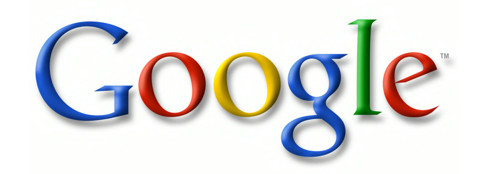
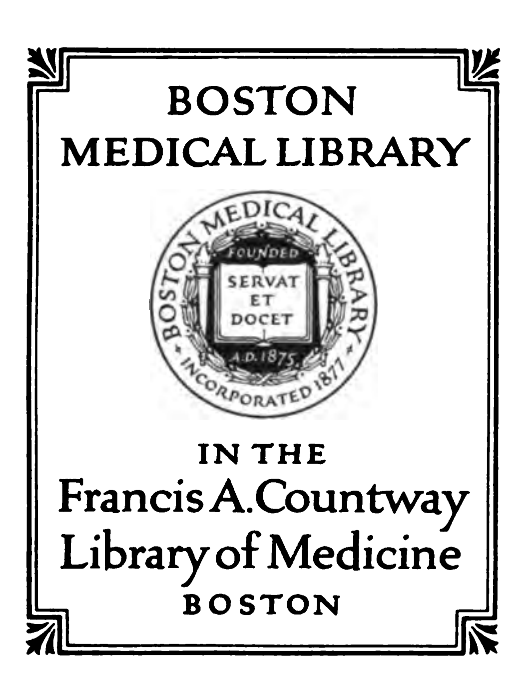





BOSTON
MEDICAL LIBRARY
BOSTON MEDICAL LIBRARY
FOUNDED
SERVAT
ET
DOCET
A.D. 1875
INCORPORATED 1877
IN THE
Francis A. Countway
Library of Medicine
BOSTON

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^R^. CARL BOGISLAUS REICHERT,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

D^R^. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1862.

Mit zwanzig Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Gray Fund

March 25
June 21
Feb 26 18
Nov 21 } 1862

Jany 9
March 25 } 1863

Inhalt.

Seite

Seite



Untersuchungen über die Leitung der Erregung im Nerven.

Von

Dr. Hermann Munk in Berlin.

III.[1])

Die Versuche, in welchen immer nur bei wenigen Stellen eines und desselben Nerven die mit der Zeit nach der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus vor sich gehenden Veränderungen des Erregungsmaximum (Err.) verfolgt worden waren, hatten uns oben (II, 1861, S. 467) die Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am ganzen Nerven verschafft mit Hülfe der einzigen Annahme, dass unmittelbar nach der Trennung des Nerven die gleichzeitigen Err. aller Stellen desselben von genau derselben Grösse sind. Von jener Kenntniss ausgehend, haben wir sodann die thatsächliche Begründung unserer Auffassung, dass die Veränderungen des Err. am Nerven die algebraische Summe von zweierlei Veränderungen sind und zwar einmal von solchen, welche für die Err. aller Stellen des Nerven der Grösse und der Zeit nach genau die nämlichen sind, und sodann von anderen, durch den Querschnitt herbeigeführten Veränderungen, welche die Err. der verschiedenen Stellen je nach dem Abstande dieser vom Querschnitte der Grösse und der Zeit nach verschieden betreffen, dadurch geliefert, dass wir nachwiesen, dass vom Querschnitte wirklich eine solche Wirkung ausgeht, wie sie in unserer Auffassung supponirt war (II, S. 475).

---

1) Abhandlung I s. dieses Archiv 1860 S. 798 ff.
- II - - - 1861 S. 425 ff.

Durch die Eliminirung des Querschnittes ist uns hiernach die Aussicht eröffnet, für unsere Annahme, dass unmittelbar nach der Trennung des Nerven die gleichzeitigen Err. aller Stellen desselben von genau derselben Grösse sind, den strengen Beweis, der natürlich, da die Prüfung weder sofort nach der Trennung des Nerven noch an allen Stellen desselben zu gleicher Zeit sich vornehmen lässt, nur ein mittelbarer sein kann, führen zu können. Ist die Annahme richtig, so müssen an dem Nerven ohne Querschnitt zu jeder Zeit nach seiner Trennung vom lebenden Organismus die gleichzeitigen Err. aller Stellen von gleicher Grösse sein; es muss also die Prüfung aller Stellen dieses Nerven, gleichviel welche Reihenfolge der Stellen hierbei gewählt wird, immer Ergebnisse liefern, welche in ihrer zeitlichen Reihenfolge zu einer Curve von der Gestalt der Curve Fig. 6 (II, S. 442) führen.[1])

Wir sind jedoch bei der Ueberlegung eben auf den Standpunkt zurückgekehrt, welchen wir oben, bevor wir noch die Ausnahme-Versuche (II, S. 476 ff.) kennen gelernt hatten, einnahmen. Der Fortschritt, welchen wir durch diese gemacht haben, lässt für den beabsichtigten Versuch noch Verwicklungen erwarten.

Bei der Discussion der Ausnahme-Versuche sind wir von der Richtigkeit unserer Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am Nerven ausgegangen. Wir haben uns aber nicht anders zu helfen gewusst als durch die Annahme, dass jene unsere Kenntniss doch noch unvollkommen ist, indem sie einige wenige ausgezeichnete Stellen am Nerven nicht umfasst, deren Err. sich anders verhalten als die Err. aller anderen Stellen. Stellt sich nun bei dem Versuche, welchen wir vorhaben, unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am Nerven als unrichtig heraus, so wird hiermit selbstverständlich auch die Annahme ausgezeichneter Stellen am Nerven gefallen sein. Für den Fall aber, dass jene Kenntniss sich als richtig erweist, wird der Versuch, wie leicht ersichtlich ist, auch bestimmte Auskunft über die Existenz der ausgezeichneten Stellen geben müssen. Wenn wir an einem Nerven ohne Querschnitt wieder-

1) Vergl. die ausführlichere Entwicklung eines ähnlichen Schlusses: II, S. 451.

holt alle Stellen der Reihe nach prüfen, wobei es gleichgültig ist, ob wir immer mit der obersten oder mit der untersten Stelle oder das eine Mal mit der obersten, das andere Mal mit der untersten Stelle des Nerven beginnen, so wird die auf Grund aller Versuchsergebnisse in ihrer zeitlichen Reihenfolge erlangte Curve, falls ausgezeichnete Stellen am Nerven vorhanden sind, nicht ganz die Gestalt der Curve Fig. 6 haben dürfen, sondern sie wird an ganz bestimmten Stellen ihres Verlaufes Abweichungen von dieser letzteren Curve zeigen müssen, an solchen Stellen nämlich, deren Abscissen Zeiten entsprechen werden, zu welchen immer dieselben wenigen Stellen des Nerven geprüft worden sind. Und zwar sind, genauer betrachtet, zwei Möglichkeiten hier vorhanden. Entweder ist das Verhalten der Err. der ausgezeichneten Stellen von dem Augenblicke der Trennung des Nerven an ein abweichendes, oder aber — und hierfür scheinen unsere Erfahrungen in Betreff des Eintritts des paradoxen Verhaltens der Err. in den Ausnahme-Versuchen (II, S. 481) zu sprechen — es ist zuerst normal und wird erst von einer gewissen Zeit nach der Trennung des Nerven an abweichend. Im ersten Falle wird die erlangte Curve an allen vorhin definirten Stellen ihres Verlaufes Abweichungen von der Curve Fig. 6 zeigen müssen, im letzteren Falle hingegen werden diese Abweichungen erst von einem gewissen grösseren Werthe der Abscisse an eintreten dürfen, während das Anfangsstück der Curve genau der Gestalt der Curve Fig. 6 wird entsprechen müssen.

Der besseren Uebersicht halber wollen wir die möglichen Ergebnisse unseres Versuches und die Schlüsse, zu welchen wir auf Grund derselben berechtigt sein werden, hier noch zusammenstellen.

Versuchsergebniss:	Schluss:
1) Die Curve ist ganz unregelmässig oder entspricht wenigstens selbst nicht im Grossen und Ganzen der Curve Fig. 6.	Unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am Nerven (II, S. 467) — und demgemäss auch die Annahme ausgezeichneter Stellen — ist unrichtig.

Versuchsergebniss:	Schluss:
2) Die Curve entspricht genau der Curve Fig. 6.	Unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am Nerven ist richtig und umfasst auch alle Stellen des Nerven. Die Annahme ausgezeichneter Stellen ist falsch.
3) Die Curve entspricht im Ganzen der Curve Fig. 6, zeigt aber an allen oben definirten Stellen ihres Verlaufes Abweichungen von dieser Curve.	Unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am Nerven ist richtig, umfasst aber einige ausgezeichnete Stellen des Nerven nicht, deren Err. von dem Augenblicke der Trennung des Nerven an sich anders verhalten als die Err. aller anderen Stellen.
4) Die Curve hat im Ganzen die Gestalt der Curve Fig. 6; in ihrem Anfangsstücke entspricht sie dieser Curve sogar genau, weiterhin aber zeigt sie an den oben definirten Stellen Abweichungen von derselben.	Unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. ist richtig und umfasst auch für die erste Zeit nach der Trennung des Nerven alle Stellen desselben; für die spätere Zeit aber umfasst sie einige ausgezeichnete Stellen nicht, deren Err. dann anders sich verhalten als die Err. aller anderen Stellen.

Die Versuche wurden im hiesigen physiologischen Laboratorium am Pflüger'schen Myographion angestellt.

Der lebende unversehrte Frosch wurde auf den Rahmen des du Bois'schen Froschträgers[1] gespannt und, nach Unterbindung der Aorta etwas unterhalb des letzten Wirbels, der linke Ischiadicus am Oberschenkel frei gelegt. Demnächst wurde die Musculatur des Oberschenkels sammt dem Femur

---

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Electricität. Bd. I, S. 453 ff. Fig. 22, Taf. IV; Fig. 23. 24, Taf. III.

dicht oberhalb des Kniegelenks durchschnitten, das Femur im Hüftgelenk exarticulirt und die Musculatur hier abgetragen. Weiter wurde der Gastroknemius von seiner unteren Insertion gelöst und gegen das Kniegelenk hin zurückgeschlagen, die von den Weichtheilen befreite Tibia aber in der Nähe des Fussgelenks durchschnitten. Endlich wurde der Ischiadicus bis möglichst hoch an die Wirbelsäule hinauf frei heraus präparirt. An dem erhaltenen Stücke der Tibia wurde der Muskel aufgehängt, und der Froschträger wurde so gestellt, dass der Ischiadicus, bis zum Verschwinden der Fontana'schen Streifung gespannt, nahezu parallel dem im Tische des Myographions befindlichen Schlitze verlief.

In diesem Schlitze verschiebbar war der Elektrodenträger angebracht, der aus einem verticalen und einem horizontalen Stücke bestand. Im verticalen Stücke stiegen, durch Guttapercha wohl isolirt, zwei Silberdrähte von 0,25 Mm. Dicke in die Höhe, an deren untere Enden zwei in Kautschukschläuche gehüllte und zu den Eisenhaken und so mittelbar durch die Quecksilbernäpfchen zu den Polen der secundären Spirale des Magnetelektromotors führende[1]) Kupferdrähte gelöthet waren. Die äussere Bekleidung des verticalen Stückes bildeten Guttapercha-Platten, welche ihm eine dem Schlitze genau entsprechende Breite ertheilten, so dass der Elektrodenträger durch die Reibung in der einmal im Schlitze ihm angewiesenen Stellung verharrte, mit geringem Kraftaufwande aber in horizontaler Richtung im Schlitze sich verschieben liess. Die Hebung und Senkung des Elektrodenträgers konnte bequem und sehr genau durch die entsprechenden Veränderungen der Stellung des Myographion-Tisches bewirkt werden. Das Gerüst des horizontalen Stückes bildete eine 25 Mm. lange, 8 Mm. breite und c. $1^1/_2$ Mm. dicke Guttapercha-Platte, welche mit einer schmalen Seite an das obere Ende der dem Thiere zugewandten Aussenplatte des verticalen Stückes ein wenig schräg so angefügt war, dass ihr freies Ende etwas nach der Seite des Muskels hin gerichtet war. Der horizontalen Platte waren

1) Vgl. oben I, S. 803.

dann zwei eben so lange, $1^1/_2$ Mm. breite und c. 2 Mm. hohe Leisten von Guttapercha einander parallel so aufgesetzt, dass die eine dicht am Muskelrande der Platte sich befand und die zweite 2 Mm. von der ersteren Leiste abstand. Auf diesen Leisten verliefen die durch das verticale Stück des Elektrodenträgers hindurchgetretenen Silberdrähte einander parallel im Abstande von 3 Mm., so jedoch, dass sie nur am vorderen und hinteren Ende die Leisten unmittelbar berührten, sonst aber überall einen Zwischenraum liessen, der in der Mitte der Länge des horizontalen Stückes etwa 1 Mm. betragen mochte.

Durch die Verschiebung des Elektrodenträgers unter dem Nerven konnten alle Stellen desselben mit Ausnahme der dem Muskel nächsten 3—4 Mm. und der an die Wirbelsäule grenzenden (je nach der Grösse des Versuchsthieres) 10—15 Mm. der unmittelbaren Erregung zugänglich gemacht werden. Der Vorsprung der horizontalen Guttapercha-Platte jenseits der vom Muskel abgewandten Leiste, der ebenso, wie die Zwischenräume zwischen den Elektroden und Leisten und zwischen den Leisten selbst, stets sorgfältig trocken erhalten wurde, hatte den Zweck, zu verhüten, dass bei der Prüfung der obersten Stellen des Nerven Stromtheile durch den Körper des Thieres gingen. Durch die etwas schräge Stellung des horizontalen Stückes des Elektrodenträgers war bewirkt, dass der Nerv, der nicht ganz parallel dem Schlitze gelagert werden konnte, immer einen rechten Winkel mit den Elektroden bildete, eine Rücksicht, welche die beabsichtigte Gleichheit der Länge der unmittelbar erregten Nervenstrecken erforderte. Freilich kam der Nerv bei der Verschiebung des Elektrodenträgers immer auf andere Punkte der Elektroden zu liegen; allein die Ein- oder Ausschaltung einer kleinen Länge Silberdraht im Kreise des Nerven ist ja bei unseren Versuchen, wo wir einmal stets mit übermächtigen Stromeskräften agiren und sodann von der absoluten Stromstärke resp. Stromesdichte uns ganz unabhängig erhalten, ohne jede Bedeutung.

In den primären Kreis war der Hammer des elektromagnetischen Fallapparates aufgenommen, und es wurde nur mit Schliessungsinductionsströmen gearbeitet. Der Abstand der

Rollen des Magnetelektromotors betrug auf Grund von Vorversuchen[1]) 100 Mm., und es wurde so das Err. bis zu 3 Mm. sicher erhalten.

Die Ausführung der Untersuchung fiel in die Monate September und October, eine Wiederholung der Untersuchung in den April und die ersten Tage des Mai. Die Zimmertemperatur betrug zur Zeit der grossen Mehrzahl der Versuche, wo trotz der kühlen Witterung wegen eines Baues das Laboratoriumszimmer nicht geheizt werden konnte, c. 10° C., zur Zeit der übrigen Versuche schwankte sie zwischen 12 und 15° C.

Indem ich nur bei so niederen Temperaturen arbeitete, umging ich die grosse Schwierigkeit, welche der Untersuchung sonst der Umstand bereitet hätte, dass Nerv und Muskel nicht in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume gehalten werden konnten. Wegen der Nothwendigkeit einmal der feinen Verschiebung und genauen Einstellung des Elektrodenträgers und sodann der Aufnahme des ganzen Frosches hätte sich selbst mit den grössten Opfern, welche zu bringen ich aber gar nicht einmal in der Lage war, nur eine höchst mangelhaft abgeschlossene feuchte Kammer beschaffen lassen, die eben deshalb bei ihrer beträchtlichen Grösse gewiss keine Sicherheit vor einem grösseren Wasserverluste des Nerven bei höherer Zimmertemperatur verschafft hätte. Ich verzichtete daher lieber ganz darauf, die Versuche auch bei höherer Temperatur anzustellen. Bei den oben angegebenen Temperaturen aber wurde für die Zeitdauer des einzelnen Versuches, welche höchstens $2^1/_2$ Stunden betrug, dem Präparate durch die Nähe des Versuchsthieres, sowie durch die alle 15—20 Min. vorgenommene Befeuchtung des Nerven in seiner ganzen Ausdehnung mit Blutserum oder Wasser von der Zimmertemperatur[2]) ohngefähr der

1) Vergl. I, S. 804 ff. u. S. 809.

2) Sonst könnten durch die Temperatur-Erhöhung oder -Erniedrigung des Nerven Fehler herbeigeführt werden, deren Erörterung hier zu weit führen würde, die sich aber aus den späteren Mittheilungen über den Einfluss der Temperatur-Veränderung einer Nervenstelle auf ihr Err. leicht ergeben werden. — Bei meinen ersten Versuchen hatte ich noch feuchtes Fliesspapier auf dem Tische des Myographions und

normale Feuchtigkeitsgrad erhalten. Ich werde seiner Zeit die Belege hierfür beibringen und dann auch noch besonders die Bedenken beseitigen, welche sich doch auf Grund etwaiger Wassergehalts-Veränderungen des Nerven gegen die Ergebnisse der Untersuchung erheben liessen.

An dem Nerven oder, genauer ausgedrückt, an den den Gastroknemius versorgenden Nervenfasern, wie sie nunmehr als Versuchsobject vorlagen, war der gestellten Aufgabe gemäss jeder Querschnitt eliminirt, und ziemlich häufig konnte man, wenn der Frosch vergebliche Anstrengungen machte, von seinen Banden sich zu befreien, auch den für den Versuch isolirten Gastroknemius willkürlich in Thätigkeit versetzt werden sehen. Doch mussten gewichtige Bedenken entstehen, ob nicht gerade die unversehrte Verbindung des Nerven mit den Centralorganen, welche zum Zwecke der Eliminirung des Querschnittes erhalten worden war, einen nachtheiligen Einfluss auf die beabsichtigten Versuche ausüben konnte. Es war daran zu denken, dass möglicher Weise die zeitlichen Veränderungen des Err. an dem mit den Centralorganen in Continuität stehenden Nerven von denjenigen Veränderungen abwichen, welche wir oben (II, S. 428 ff.) an dem von den Centralorganen getrennten Nerven kennen gelernt haben. Weiter und noch viel mehr waren die reflectirten Zuckungen zu fürchten, für deren Zustandekommen allerdings in der Erregung des Nervenstammes, sowie ganz besonders in der Anwesenheit des Gehirns jedenfalls die ungünstigsten Bedingungen gesetzt waren, deren Auftreten aber doch keineswegs ganz sicher ausgeschlossen scheinen konnte.[1]) Kam wirklich zu der directen,

---

an anderen Orten in der Nähe ausgebreitet: ich habe dies später als überflüssig unterlassen dürfen.

1) Da ich selbst bisher bei unversehrten Fröschen noch nie unzweifelhafte Reflexbewegungen habe zu Stande kommen sehen, muss ich mich hier auf die physiologischen Lehrbücher berufen. So sagt Ludwig (Physiologie, zweite Auflage. Bd. I, S. 171): „Sehr häufig treten bei unverletzten Fröschen auf Einwirkung entsprechender Erregung keine den reflectorischen auch nur entfernt ähnliche Bewegungen ein, während sie unfehlbar erscheinen, so wie man die Thiere decapi-

durch die unmittelbare Erregung der motorischen Ischiadicus-Fasern veranlassten Zuckung noch eine reflectirte hinzu, welche in der unmittelbaren Erregung der sensibeln Ischiadicus-Fasern und in der Uebertragung der Erregung im Rückenmarke von diesen auf die motorischen Fasern desselben Nerven begründet war, so waren unsere Versuche unrettbar vereitelt, da dann selbst in dem günstigsten Falle, wenn die Zeitdauer der Uebertragung der Erregung im Rückenmarke und die Stärke der reflectirten Zuckung ganz unverändert blieben, doch die Zeit, wann die Superposition der zweiten Zuckung auf die erste erfolgte, und somit auch die zur Beobachtung kommende Zuckungsgrösse von der Entfernung der unmittelbar erregten Stelle vom Rückenmarke abhängig wurde.[1])

Um den Grund oder Ungrund dieser Befürchtungen zu ermitteln, begann ich damit, dass ich die zeitlichen Veränderungen des Err. einer beliebigen Stelle des Nerven verfolgte. Die gewählte Stelle wurde, um diese Versuche in ihrer Form den für später in Aussicht genommenen Hauptversuchen möglichst

---

tirt." Ebenso äussert sich Funke (Physiologie, 3. Auflage. Bd. II, S. 455): „Versuche an Thieren lehren, dass nach der Enthauptung alle durch das Rückenmark vermittelten Reflexbewegungen weit leichter und intensiver eintreten, als bei unversehrter Verbindung des Hirns mit dem Rückenmark." Nach beiden Autoren kommen also auch am unversehrten Frosche, wenngleich selten, Reflexbewegungen zur Beobachtung.

1) So würden z. B. im Falle vollkommener Gleichheit der Err. aller Stellen eines Nerven durch das Hinzutreten der reflectirten Zuckung zu der directen die Zuckungsgrössen bei der Erregung der verschiedenen Stellen des Nerven doch verschieden ausgefallen sein und zwar mit der Annäherung der unmittelbar erregten Stelle an den Muskel an Grösse zugenommen haben. — Zum Verständniss der hier in Betracht kommenden Verhältnisse, deren ausführlichere Erörterung unstatthaft gewesen wäre, ist Helmholtz' Mittheilung über die Doppelreizung und den Eintritt der reflectirten Zuckungen (Monatsberichte der Berl. Akad. 1854, S. 330—2) einzusehen. Bei dem eben gegebenen Beispiele ist der Einfachheit wegen die (für constant angesehene) Uebertragungsdauer der Erregung im Rückenmarke so gross (etwa zwischen $^1/_{30}$ und $^1/_{15}$ Sec. liegend) angenommen, dass die zweite Zuckungscurve sich immer auf den aufsteigenden Ast der ersten Curve aufsetzt.

zu nähern, in Zwischenräumen von 2 Min. geprüft. Die Ergebnisse lieferten immer eine Curve von der Gestalt der Curve Fig. 6, nur mit solchen Abweichungen, wie sie als durch die häufigen Erregungen bedingt auch an dem mit den Centralorganen nicht mehr in Verbindung stehenden Nerven oben uns bekannt geworden sind: es traten die II, S. 440 besprochenen kleinen Unregelmässigkeiten auf, und es kehrte öfters auch das Endstück der Curve wiederum seine Concavität der Abscissenaxe zu (vgl. II, S. 439).

Vers. XXIII. Kleiner Frosch. Entfernung d. geprüft. Stelle vom Muskel: 5 Mm.		Vers. XXIV. Mittelgrosser Frosch. Entfernung d. geprüft. Stelle vom Muskel: 8 Mm.	
Lf. Zt.[1]) in Min	Err. in Mm.	Lf. Zt.[1]) in Min.	Err. in Mm.
10	5,8	7	6,9
12	7,2	9	6,6
14	7,1	11	6,3
16	7,0	13	6,1
18	6,8	15	5,8
20	6,0	17	5,4
22	5,0	19	5,4
24	4,9	21	5,1
26	4,7	23	5,1
28	4,6	25	5,0
30	4,4	27	5,0
32	4,4	29	5,0
34	4,3	31	4,8
36	4,3	33	4,8
38	4,2	35	4,7
40	4,1	37	4,2
42	4,1	39	4,1
44	4,0	41	4,3
46	3,8	43	4,1
48	3,5	45	4,1
50	3,3	47	4,1
52	3,0	49	4,0
54	3,0	51	3,9
56	unt. 3 Mm.	53	3,9
		55	3,7
		57	3,9
		59	3,5
		61	3,4
		63	3,4
		65	unter 3 Mm.

1) Von dem Beginn der Präparation des Nerven (sogleich nach Unterbindung der Aorta) an gerechnet (s. unt. S. 13 u. 15). — Zufällig stehen mir Versuche an grösseren Fröschen, bei welchen das Err. erst nach einer längeren Zeit unter 3 Mm. gesunken ist, zur Mittheilung nicht zur Verfügung.

Ich änderte sodann diese Versuche dahin ab, dass ich zur Zeit, wo das Err. langsam mit abnehmender Geschwindigkeit sank, nachdem eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Prüfungen voraufgeschickt worden war, den Nerven hoch oben am Plexus durchschnitt. War bis dahin die Zuckungsgrösse durch eine directe Zuckung allein veranlasst gewesen, so durfte nach unseren früheren Erfahrungen (II, S. 472 ff.) durch den Schnitt der zeitliche Verlauf des Err. in keiner Weise verändert werden, zum Mindesten nicht, da der Schnitt immer in grösserer Entfernung von der geprüften Stelle angelegt war, in der ersten Zeit nach der Durchschneidung. War hingegen bis zur Durchschneidung des Nerven die Zuckungsgrösse das Resultat der Superposition einer reflectirten Zuckung auf die directe gewesen, so musste unmittelbar nach dem Schnitte durch das Fortfallen der reflectirten Zuckung die Zuckungsgrösse beträchtlich gesunken sich zeigen, während sie weiterhin nur so langsam ohngefähr, wie vor der Durchschneidung, an Grösse abnehmen durfte. Die Versuche ergaben ganz ausnahmslos, dass die Zuckungsgrösse in derjenigen Zwischenzeit zweier Prüfungen, in welche die Durchschneidung des Nerven gefallen war, ebenso langsam nur gesunken war, wie in den vorhergehenden und in den nachfolgenden Zwischenzeiten: hin und wieder war selbst die Zuckungsgrösse in jener ersteren Zwischenzeit, entsprechend den im Verlaufe der Versuche auftretenden kleinen Unregelmässigkeiten (II, S. 440), unverändert geblieben oder hatte gar noch ein wenig an Grösse zugenommen.

Diese letzten Versuche habe ich noch am Helmholtz'schen Myographion wiederholt. Der Rahmen des Froschträgers wurde nach der Herrichtung des Präparates auf einem passenden Gestell in die Höhe des Myographion-Tisches gebracht, der Muskel eingehängt und eine Stelle des Nerven dem einfachen Elektrodenpaare eines dem I, S. 798 beschriebenen ähnlich gebauten Zuleitungsapparates aufgelagert. Zur Erregung des Nerven dienten Oeffnungsinductionsströme. Die Versuche lieferten dasselbe Ergebniss, wie die früher am Pflüger'schen Myographion angestellten. Nur kam das bemerkenswerthe Resultat

noch hinzu, dass bei den der Durchschneidung des Nerven voraufgehenden Prüfungen mit Ausnahme eines einzigen Falles stets nur einfache Zuckungen sich zeigten und nie irgendwelche Superposition einer zweiten Zuckung zur Beobachtung kam. In jenem einzelnen Falle aber, in welchem nach mehreren einfachen Zuckungen plötzlich eine Doppelzuckung erschien, blieb diese auch nach der sofort vorgenommenen Trennung des Nerven von den Centralorganen noch bestehen, ein Beweis, dass hier nicht eine Superposition einer reflectirten Zuckung auf die directe, sondern eine in dem gerade bestehenden Verhältnisse zwischen der Stärke des erregenden Inductionsstromes und der Erregbarkeit der geprüften Nervenstelle begründete tetanische Contraction (s. II, S. 482 ff.) vorlag.[1])

1) Ebenso wenig, wie den freigelegten Gastroknemius, habe ich je andere Muskeln des Versuchsthieres bei diesen Versuchen reflectorisch thätig werden sehen, vielmehr habe ich immer nur Schmerzbezeugungen des Frosches (Zukneifen der Augen, Bewegungen des Kopfes) beobachtet. — Uebrigens hat nicht im vorliegenden Falle die Anwesenheit des Gehirns die Reflexbewegungen verhindert, sondern es treten diese (wie ich leider zu spät erfahren habe, als dass ich den Versuchsthieren unnütze Qualen hätte ersparen können) auf die Erregung des Nervenstammes durch einen einzelnen Inductionsstoss überhaupt nicht ein, wofern nicht das reflectorische Vermögen des Rückenmarkes durch Narkotica künstlich erhöht ist. Denn die Wiederholung der im Texte mitgetheilten Versuche am Helmholtz'schen Myographion an (Winter- wie Frühjahrs-) Fröschen, deren Rückenmark dicht unterhalb der Medulla oblongata durchschnitten war, hat ebenfalls immer nur einfache Zuckungen und nie reflectirte Bewegungen zur Beobachtung kommen lassen. Dagegen habe ich bei der Anstellung derselben Versuche an Fröschen, welche mit kleinen Dosen von Strychnin vergiftet worden waren, so lange die Verbindung des Nerven mit dem Rückenmarke erhalten war, immer reflectirte Zuckungen auf die directen sich aufsetzen sehen. Der einzelne Versuch nimmt eine sehr interessante und übersichtliche Form an, wenn man ihn so, wie im Texte vorgegeben worden ist, beginnt, nach einigen Prüfungen das Gehirn vom Rückenmarke trennt und weiter nach einer Anzahl von Prüfungen eine kleine Dose von Strychnin direct auf das Rückenmark applicirt: erst bei den nunmehr folgenden Prüfungen sieht man zu den directen Zuckungen reflectirte sich hinzugesellen. Trennt man schliesslich noch den Nerven vom Rückenmarke, so kommen wieder nur einfache Zuckungen zum Vorschein.

Die Befürchtungen, welche wir wegen der Verbindung des Nerven mit den Centralorganen hegen zu müssen geglaubt hatten, waren also durch die vorstehenden Versuche als jedes thatsächlichen Grundes entbehrend erwiesen. Wie das Err. einer gegebenen Nervenstelle und sein zeitlicher Verlauf, so weit nur nicht die Wirkung des Querschnittes in's Spiel kam, oben (II, S. 472 ff.) durchaus unabhängig von der Länge der centropolaren Nervenstrecke sich gezeigt hatten, ebenso hatten sie sich jetzt als von der Verbindung des Nerven mit den Centralorganen ganz unabhängig herausgestellt. Und da auch die reflectirten Zuckungen und somit die etwaigen Täuschungen, welche diese hätten veranlassen können, vollkommen ausgeschlossen waren, standen den beabsichtigten Versuchen und den Folgerungen, welche wir aus ihren Ergebnissen zu ziehen gedachten, keine Bedenken weiter im Wege.

Man wird vielleicht Anstoss daran nehmen, dass wir hier auch ferner noch — scheinbar eine Contradictio in adjecto — von den zeitlichen Veränderungen des Err. „nach der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus" sprechen. Diese Bezeichnung hatte, als wir sie beim Beginne unserer Untersuchungen wählten, den Vorzug, dass sie bei möglichster Kürze die Ursachen der zeitlichen Veränderungen ganz unbestimmt liess. Jetzt ist sie uns deshalb gefährlich geworden, weil wir eben gesehen haben, dass die zeitlichen Veränderungen des Err. ebenso vor sich gehen, wenn die Trennung des Nerven keine vollkommene ist. Da wir die Erörterung der Ursachen der zeitlichen Veränderungen uns passend für eine spätere Stelle vorbehalten, so wollen wir hier, um jenen scheinbaren Widerspruch zu beseitigen, uns ausdrücklich dahin erklären, dass wir unter „Trennung des Nerven vom lebenden Organismus" immer den Ausschluss des Nerven von den Bedingungen verstehen, unter welchen er sich im unversehrten lebenden Organismus befindet.

Weiter wird es auffallen, dass, abweichend von dem früher Erörterten und den oben (in II.) mitgetheilten Versuchen, im Vers. XXIV (s. o. S. 10), wie in der Mehrzahl der demnächst folgenden Versuche ein Ansteigen des Err. nicht zur Beobach-

tung kommt, obwohl diese Versuche an offenbar leistungsfähigen Präparaten angestellt und die Prüfungen sehr bald nach der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus begonnen worden sind. Es müssen diese Versuche unter dem Einflusse einer Bedingung angestellt sein, welche die Dauer des Ansteigens des Err. auf ein Minimum reducirt, so dass dieses Ansteigen innerhalb der allerersten wenigen Minuten nach der Trennung des Nerven, während welcher die unmittelbare Prüfung des Err. unmöglich ist, bereits beendet war. Wir behalten uns für später vor, jene Bedingung genau zu ermitteln.[1]) Vor der Hand aber stört es uns weiter nicht, dass sie unbekannt bleibt: die betreffenden Versuche stehen für uns in demselben Verhältnisse zu den Versuchen, in welchen wir das Err. haben ansteigen sehen, wie die Vers. XIII u. XIV (II, S. 454), in welchen wegen der geringen Leistungsfähigkeit der Präparate ebenfalls nur ein Sinken des Err. sich gezeigt hat.

Ich lehne die Mittheilung der Ergebnisse der Untersuchung wieder an eine Anzahl als Beispiele voraufgeschickter Versuche

1) Da diese Untersuchungen erst in einiger Zeit veröffentlicht werden können, so will ich dem Leser nicht vorenthalten, dass sich als Grund für das Ausbleiben des Ansteigens des Err. bei den in Rede stehenden Versuchen die niedere Zimmertemperatur zur Zeit, als diese Versuche angestellt wurden (vgl. oben S. 7; — bei den in II mitgetheilten Versuchen lag die Zimmertemperatur zwischen 16 u. 25° C.) herausgestellt hat. Das Ansteigen des Err. ist eine Folge der Temperatur-Erhöhung des Präparates. Je grösser der Unterschied ist zwischen der Temperatur des Nerven und des Muskels im unversehrten lebenden Thiere und der Zimmertemperatur, welche diese Theile in der ersten Zeit des Versuches annehmen müssen, desto höher und eine desto längere Zeit hindurch steigt ceteris paribus das Err. zuerst an, und desto tiefer sinkt es sodann mit beschleunigter Geschwindigkeit. Ist jener Temperatur-Unterschied Null, so nimmt das Err. vom Zeitpunkte der Trennung des Nerven an mit abnehmender Geschwindigkeit an Grösse ab. — Bei einigen der folgenden Versuche, in welchen das Err. von vorn herein gesunken ist, hat sich der Muskel während der ersten Minuten des Versuches unter dem Einflusse der Belastung verhältnissmässig beträchtlich verlängert, so dass man hier durch diese Verlängerung das Ansteigen des Err. verdeckt glauben kann (vgl. II, S. 453). Da der Gegenstand aber ganz ohne Interesse für uns hier ist, unterlasse ich jede weitere Angabe.

an, welche ich so ausgewählt habe, dass auch die wesentlichsten feineren Nuancirungen der Versuche, welche mir vorgekommen sind, unter ihnen vertreten sind. Was über die Ausführung der Untersuchung dem oben (S. 4—7) Gesagten etwa noch hinzuzufügen wäre, ist aus diesen Versuchen zu ersehen. Ich habe mit der Prüfung entweder der obersten (O) oder der untersten (U) zugänglichen Stelle des Nerven begonnen, dann, indem ich den Elektrodenträger immer um 3 Mm. oder etwas weniger verschob, alle Stellen des Nerven der Reihe nach bis zur untersten resp. obersten Stelle geprüft, bin von dieser letzten Stelle aus wieder in derselben Weise zurückgegangen u. s. f. Nur in einigen Fällen habe ich diesen Gang dahin abgeändert, dass ich zu einer späteren Zeit des Versuches mehrmals nach einander alle Stellen des Nerven in derselben Reihenfolge prüfte (vgl. Vers. XXVI u. XXIX).

In der Zeit-Columne ist bei der ersten Prüfungsreihe immer angegeben, wie gross die Zwischenzeit zweier Prüfungen in einer und derselben Prüfungsreihe bei dem betreffenden Versuche gewesen ist. Mehr als $^1/_2$ oder 1 oder 2 Min. zwischen je zwei solchen Prüfungen verfliessen zu lassen, habe ich mich nicht veranlasst gesehen, weil diese Pausen sich als vollkommen ausreichend erwiesen hatten und ich bei der Mühsamkeit der Versuche es nicht willkürlich auf's Spiel setzen mochte, möglichst viel aus jedem einzelnen Versuche über die ausgezeichneten Stellen des Nerven zu erfahren. Ausserdem ist für die erste Prüfung einer jeden Prüfungsreihe die Zeit, von der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus, d. h. von dem Beginn der Präparation des Nerven (sogleich nach Unterbindung der Aorta) an gerechnet, besonders angegeben, so dass hieraus auch die Zwischenzeiten der End- und Anfangs-Prüfungen zweier benachbarter Reihen ersichtlich werden.

Wo in der Err.-Columne ein Querstrich sich befindet, hat die Erregung der Nervenstelle nicht mehr Muskelzuckung zur Folge gehabt. Begreiflicher Weise brauchte dann das Err. der betreffenden Nervenstelle noch nicht bis zu Null gesunken zu sein.

Der Vers. XXIX gehört einer kleineren Zahl von Versuchen an, bei welchen vor der Unterbindung der Aorta noch die hinteren Wurzeln des linken Ischiadicus durchschnitten worden waren. Diese Versuche haben, wie nach unseren Vorversuchen (oben S. 9—12) nicht anders zu erwarten stand, dieselben Ergebnisse wie die übrigen Versuche geliefert.[1])

---

1) Aus Rücksicht auf den Raum sind die Anfangsstücke der Vers. XXXIII und XXXIV, welche denen der Vers. XXV—XXVIII ganz entsprechen, fortgelassen.

Vers. XXV.

Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.
U	10	15,2			11,4			9,4			7,3
	Zwischenzt. zweier Prüfung.: 1/5 Min.	14,0			11,4			9,5	·		6,9
		13,9			11,3			9,6			6,3
		13,9			11,4			9,4			6,9
		13,9			11,2	O		9,4			6,8
		13,8			11,1	O	68	9,2			6,6
		13,8			11,3			9,2			6,3
		13,7			11,2			9,2			6,6
		13,7			11,0			9,3			7,1
		13,6			11,1			8,9			7,2
		13,6			11,1			9,3			7,1
		13,6			11,1			9,2			6,9
		13,5	O		11,0			9,0			6,8
		13,4	O	44½	10,9			9,1			6,9
		13,3			10,9			8,9			6,9
		13,0			10,9			9,1			6,3
		13,1			10,9			9,2			6,0
O		13,0			10,9			8,9	U		6,7
O	20	13,0			10,7			8,8	U	105½	7,0
		13,0			10,7			9,2			6,7
		12,9			10,7			9,0			6,8
		13,0			10,7			9,1			6,3
		12,9			10,8			8,8			5,7
		12,9			10,7			8,8			5,2
		12,9			10,6	U	*	9,1			5,0
		13,0			10,5	U	79½	8,7			4,0
		12,8			10,3			8,5			3,8
		12,6			10,2			8,2			unt. 3
		12,6			10,3			8,5			unt. 3
		12,7			10,0			8,2			unt. 3
		12,5			10,2			8,1			unt. 3
		12,3	U		10,2			8,0			—
		12,4	U	55½	10,1			8,3			—
		12,4			10,0			7,6			—
		12,4			9,9			7,4			—
		12,3			9,6			6,9			—
		12,1			9,7			7,1			—
		12,2			9,6			7,0			—
		12,2			9,6			7,1			—
U		12,4			9,7			7,1	O		—
U	32	12,1			9,6			6,0	U	122½	6,1
		12,0			9,8			6,8			5,7
		12,0			9,6			6,4			5,8
		11,9			9,6			6,8			Musk.
		11,8			9,6			6,4			zuckt
		12,1			9,6			7,3	O		nicht.
		11,9			9,4			7,1	Von U aus noch		
		11,8			9,5	O		7,1	nach c. 10 Minuten		
		11,9			9,5	O	94½	7,1	starke Zuckung.		
		11,7			9,6			6,7			

Vers. XXVI.

Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.
O	10	10,4
	Zwischenzeit zweier Prüfung.: 1 Min.	10,6
		10,6
		10,6
		10,6
		10,6
		10,5
		10,5
		10,5
		10,4
		10,4
		10,3
		10,2
		10,0
		10,0
		10,0
		9,8
U		9,9
U	30	9,9
		9,8
		9,8
		9,9
		9,8
		9,8
		9,9
		9,8
		9,8
		9,8
		9,8
		9,8
		9,8
O	*	9,8
O	46	9,8
		9,8
		9,9
		9,8
		9,5
		9,5
		9,6
		9,6
		9,8
		9,8
		9,7
		9,6
		9,4
		9,3
		9,2
		8,8
		8,9

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.
		9,0
U		9,0
U	67	9,0
		8,9
		7,9
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
O		—
U	90	7,1
		4,3
		Musk.
		zuckt
O		nicht.

Vers. XXXI.

Mittelgrosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.
U	12	13,6
	Zw.-Zeit zweier Prüf.: 1 M.	13,1
		13,0
		13,0
		13,0
		13,0
		13 0
		12,9
		13,0
		13,0
		12,9
		12,9
O		12,9
O	27	12,9
		12,9
		12,9
		12,9
		12,9
		12,8
		12,7
		12,3
		12,4
		12,4
		12,3
		12,1
		11,9
		12,2
U	*	12,2
U	44	12,2
		12,2
		12,0
		11,9
		12,0
		10,3
		6,3
		11,1
		8,3
		8,2
		7,9
		10,9
O		11,2
O	59	—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm
		—
		—
		8,7
		10,4
		10,6
		10,2
		10,2
U		10,3

Von den untersten Stellen allein noch nach längerer Zeit starke Zuckungen.

Vers. XXVII.

Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
O	9	13,2	U	65	12,7			3,8
	Zw.-Zeit zweier Prüf.: 1 M.	14,0			12,6			unter 3
		13,6			12,5			—
		13,6			12,4			—
		13,6			12,2			
		13,6			12,2	O		—
		13,5			12,3	O	127	—
		13,5			12,1			—
		13,5			12,1			—
		13,4			12,0			—
		13,5			11,9			—
		13,6			11,7			—
		13,5			11,8			—
U		13,6			11,7			—
U	25	13,6			11,7			—
		13,6			11,6			unter 3
		13,6			11,7			4,7
		13,5	O	*	11,6			5,9
		13,5	O	85	11,2			7,4
		13,6			11,2			8,3
		13,6			10,9			8,6
		13,6			10,0			8,7
		13,5			10,5			9,1
		13,6			10,4			9,4
		13,4			9,5			9,3
		13,5			10,1	U		9,2
		13,6			10,3	U	150	9,3
		13,6			9,9			8,8
		13,6			10,1			7,8
		13,5			10,3			8,0
		13,5			10,5			7,2
		13,4			10,3			5,6
		13,5			10,4			4,7
O		13,6			10,2			4,3
O	47	13,6	U		10,2			unter 3
		13,5	U	104	10,3			—
		13,4			10,1			—
		13,5			9,9			—
		13,5			9,9			—
		13,4			8,9			—
		13,2			8,3			—
		13,3			9,1			—
		13,2			8,9			—
		13,1			8,7			—
		13,0			5,5			—
		12,9			5,0	O		—
		12,9			8,0	c. 15 Min. spät. werd. nur		
		12,8			4,9	v.d. unterst. 4 Stellen aus		
		12,7			7,7	noch Zuckungen erhalt.		
U		12,0			7,0			

Vers. XXVIII.

Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
U	10	8,9
	Zwischenzeit zweier Prüf.: 1 Min.	8,8
		8,3
		8,0
		8,2
		7,9
		7,9
		8,0
		8,0
		7,6
		7,8
		7,7
		7,8
		7,6
		7,8
		7,7
O		7,6
O	29	7,2
		7,2
		7,3
		7,3
		7,1
		7,3
		7,0
		6,9
		7,0
		6,9
		7,0
		6,9
		7,0
		6,9
		6,9
U		6,9
U	47	6,7
		6,8
		6,9
		6,9
		6,9
		6,9
		6,8
		6,7
		6,5
		6,4
		6,7
		6,7
		6,6
		6.5
		6,5
		6,5
O		6,4
O	68	5,9
		6,1
		6,1
		6,1
		6,0
		6,0
		6,0
		5,9
		5,9
		6,0
		5,9
		5,8
		5,7
		5,8
		5,6
		5,6
U		5,6
U	87	5,6
		5,6
		5,6
		5,6
		5,6
		5,6
		5,6
		5,5
		5,4
		5,4
		5,3
		5,3
		5,3
		5,3
		5,3
		5,3
O	*	5,2
O	107	5,2
		5,2
		5,1
		5,0
		5,1
		5,1
		5,2
		5,2
		4,5
		4,0
		3,9
		4,1
		4,2
		4,5
		4,9
U		5,0
U	125	4,6
		4,4
		4,1
		unter 3
		unter 3
		unter 3
		unter 3
		unter 3
		unter 3
		—
		—
		—
		—
		—
		—
O		—
O	143	—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		unter 3
		unter 3
		3,9
		4,1
		4,3
U		4,1

Vers. XXIX.
Mittelgrosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.
O	10	10,0			—
	Zwischenzeit zweier Prüfungen: 2 Min.	9,9			—
		10,0			—
		10,0			—
		9,7			—
		9,7			—
		9,8			—
		9,8			—
		9,8			—
U		10,0	O		—
U	31	9,9	U	141	8,2
		9,0			8,0
		9,1			Musk.
		9,2			zuckt
		9,1	O		nicht.
		9,0			
		9,0			
		9,1			
		9,0			
		8,8			
		8,9			
O	*	8,8			
O	56	8,8			
		8,7			
		8,5			
		8,5			
		8,3			
		8,4			
		8,5			
		8,4			
		7,4			
		7,5			
		8,3			
U		8,3			
U	91	8,4			
		8,2			
		7,0			
		4,4			
		3,5			
		unt. 3			
		unt. 3			
		—			
		—			
		—			
		—			
O		—			
U	116	8,4			
		4,5			

Vers. XXX.
Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. i.Mm.
O	12	10,2			7,9
	* Zwischenzeit zweier Prüf.: 1 M.	10,1	U		7,9
		10,0	U	71	8,0
		10,0			7,7
		9,9			7,7
		9,8			Musk.
		9,9			zuckt
		9,8	O		nicht.
		9,6	O		Musk.
		9,8			zuckt
		9,6			nicht.
		9,7		98	6,6
		9,5			7,0
		9,5	U		7,2
		9,4			
		9,2			
		9,3			
U	*	9,4			
U	32	9,3			
		9,2			
		9,0			
		9,0			
		8,0			
		6,5			
		unt. 3			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
O		—			
O	53	—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		—			
		7,3			
		8,0			

Vers. XXXII.

Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
O	10	11,6
		11,3
		11,3
		11,3
		11,3
		11,3
		11,2
		11,2
		11,1
		11,0
		11,0
		11,3
		11,2
		11,1
		11,1
		11,1
		11,1
		11,1
		10,9
		10,8
		10,6
		10,5
U		10,5
U	35	10,6
		10,6
		10,6
		10,6
		10,6
		10,5
		10,4
		10,6
		10,4
		10,3
		10,3
		10,2
		10,1
		10,0
		10,0
		10,0
		9,9
		10,0
		9,9
		9,8
		9,8
O	*	9,8
O	59	9,7
		9,4
		9,0
		9,0
		8,1
		7,8
		7,9
		8,0
		8,3
		8,9
		8,9
		8,9
		8,9
		8,6
		8,8
		8,7
		8,6
		8,5
		8,5
		8,6
U		8,4
U	82	8,4
		8,4
		8,3
		8,2
		8,1
		7,9
		7,0
		6,2
		4,0

		—
		—
		—
		—
		5,9
		6,1
		6,2
		5,9
O		5,9
O	104	5,2
		4,7
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		unter 3
		6,1
		6,7
		6,8
		7,0
		6,9
		7,1
U		7,0

Zwischenzeit zweier Prüfungen: 1 Min.

Beim Zurückgehen (und auch noch längere Zeit nachher) werden nur v. den untersten 4 Stellen aus Zuckungen erhalten.

Vers. XXXIV.

Grosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
. . .	. . .	. . .
U	31	10,7
	Zwischenzeit zweier Prüfungen: 1/2 Min.	10,6
		10,7
		10,7
		10,6
		10,6
		10,6
		10,5
		10,5
		10,5
		10,5
		10,5
		10,4
		10,2
		10,3
		10,2
		10,2
		10,1
		10,1
O		10,1
O	42	10,1
		10,0
		10,0
		10,0
		10,0
		9,8
		9,9
		9,7
		9,7
		9,8
		9,8
		9,6
		9,7
		9,5
		9,7
		9,5
		9,6
U	*	9,4
U	52	9,3
		9,3
		9,3
		9,2
		9,3
		9,3
		9,3
		9,3
		9,2
		8,4
		8,4
		7,6
		6,5
		6,1
		6,0
		5,0
		4,2
		3,4
		unter 3
		5,1
		5,2
O		5,1
O	64	6,8[1]
		4,0
		4,0
		3,2
		unter 3
		—
		—
		—
		—
		—
		unter 3
		3,5
		5,0
		6,4
		7,1
		8,1
		8,2
		8,3
		8,4
		8,3
		8,4
U		8,3
U	76	8,5
		8,5
		8,3
		8,2
		8,0
		8,0
		7,5
		5,0
		4,3
		unter 3
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		6,4
O		5,0
O	88	6,3
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
		unter 3
		4,0
		5,2
		6,9
		6,8
		8,0
		8,2
		8,2
		8,3
		8,2
		8,2
U		8,1

Bei der Wiederholung d. letzt. Prüfungsreihe werden nur von d. untersten Stellen aus Zuckg. erhalt.

[1]) Es waren hier die Elektroden noch ein wenig höher am Nerven angelegt worden als bei der letzten Prüfung der vorhergehenden Reihe.

Vers. XXXV.

Kleiner Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
O	7	7,0
	Zwischenzeit zweier Prüfungen: 1 Min.	7,0
		7,0
		7,0
		6,9
		7,1
		7,0
		6,9
		6,9
		7,1
U		7,1
U	17	7,1
		7,1
		7,1
		7,0
		6,9
		7,0
		7,1
		7,0
		7,0
O		7,1
O	27	7,1
		7,0
		7,0
		7,0
		7,1
		7,1
		6,9
		6,8
		6,7
U		6,8
U	37	6,8
		6,9
		6,9
		6,8
		6,8
		6,8
		6,0
		4,8
		6,1
O		6,8
O	47	6,5
		5,0
		5,6
		6,3
		6,4
		6,4
		6,4
		6,4
		6,4

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
U		6,5
U	57	6,4
		6,4
		6,2
		6,0
		5,3
		3,6
		—
		—
		—
O		5,2
O	67	5,2
		—
		—
		3,2
		6,2
		5,4
		4,2
		unter 3
		6,2
U		6,3
U	77	6,2
		6,3
		3,6
		3,7
		4,0
		6,0
		3,7
		—
		—
O		3,6
O	87	—
		—
		—
		4,6
		unter 3
		3,7
		unter 3
		—
		6,3
U		6,2
U	97	6,3
		5,0
		—
		—
		—
		3,4
		—
		—

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
		—
O		—
O	107	—
	Zw.-Zt. zweier Prüf.: ½ Min.	—
		—
		—
		—
		—
		—
		—
	111	6,3
U	112	6,2
U	113	6,2 Muskel zuckt nicht.
O		
O	120	Muskel zuckt nicht.
U	125	6,2
U	140	Noch starke Zuckg.

Vers. XXXIII.

Mittelgrosser Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
. . .	. . .	. .
O	58	7,8
	Zwischenzeit zweier Prüfungen: 1 Min.	7,8
		7,7
		7,7
		7,6
		7,7
		7,7
		7,7
		7,6
		7,6
U		7,7
U	71	7,4
		7,4
		7,4
		7,4
		7,4
		7,4
		7,4
		7,4
		7,3
O		7,3
O	82	7,4
		7,2

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
		7,1
		7,3
		7,1
		7,1
		7,1
		7,1
		7,1
		7,0
U	*	6,9
U	94	7,0
		7,0
		7,0
		6,9
		6,9
		4,5
		3,5
		4,0
		6,3
		6,1
O		5,7
O	106	5,6
		6,4
		6,3
		5,8

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
		unter 3
		—
		6,3
		5,2
		6,2
		6,1
		6,0
U		6,1
U	119	6,1
		6,1
		4,2
		6,0
		5,8
		unter 3
		—
		—
		—
		—
		3,9
O		8,0
Beim Zurückgehen werden nur von d. untersten 2 Stellen aus noch Zuck. erhalten.		

Bei allen Versuchen — von den etwa hundert Versuchen, welche ich angestellt habe, bleiben vier, bei welchen tetanische Contractionen sehr störend gewesen sind (s. u. S. 40), hier immer ausgeschlossen — hat die Curve, welche man erhält, wenn man auf eine die Zeit seit der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus bedeutende Abscissenaxe als Ordinaten alle durch den Versuch bestimmten Werthe der Err. aller Stellen des Nerven aufträgt und die Gipfelpunkte aller Ordinaten in ihrer zeitlichen Reihenfolge verbindet, im Ganzen die Gestalt der Curve Fig. 6: und zwar entspricht sie in ihrem Anfangsstücke dieser letzteren Curve immer genau, weiterhin aber zeigt sie Abweichungen von derselben, welche bei den verschiedenen Versuchen verschieden sich darstellen und deshalb später der Gegenstand ausgedehnterer Erörterungen werden sein müssen.

Das der Curve Fig. 6 immer genau entsprechende Anfangsstück der Curve hat bei den verschiedenen Versuchen eine sehr verschiedene Länge (vergl. die Vers. XXV—XXXV, bei welchen durch einen am Ende einer Prüfungsreihe in der Zeit-Columne befindlichen Stern immer angemerkt ist, wie weit das Anfangsstück der Curve reicht), ohne dass sich als bedingende Ursache hierfür die verschiedene Leistungsfähigkeit der Präparate in Anspruch nehmen lässt. Die durch die häufigen Erregungen herbeigeführten Abweichungen sind auffallend geringer, als wir sie früher bei den mit kurzen Prüfungspausen an einer oder wenigen Nervenstellen ausgeführten Versuchen gefunden haben. Ich verweise hier besonders auf die Vers. XXV, XXVII und XXVIII, in welchen das in Rede stehende Anfangsstück der Curve sehr lang ist: die II, S. 440 besprochenen kleinen Unregelmässigkeiten sind hier immer nur unbedeutend, und die Curve behält trotz der sehr zahlreichen Prüfungen ihre Convexität gegen die Abscissenaxe bei. Das Letztere ist besonders interessant, da ich bei den Versuchen an einer oder zwei Nervenstellen, selbst bei 2 Min. langen Pausen zwischen den einzelnen Prüfungen, immer schon nach einer viel kleineren Anzahl von Prüfungen die Curve ihre Concavität der Abscissenaxe habe zukehren sehen (vergl. II, S. 439; oben S. 10 u. Vers. XXIII ebend.), und kann nur als Beweis dafür gelten, wie bei unseren Versuchen eine Nervenstelle durch die unmittelbare elektrische Erregung beträchtlich mehr alterirt und geschwächt worden ist, als durch die mittelbare, von einer anderen Nervenstelle her ihr zugeleitete Erregung.

Was die Verschiedenheiten betrifft, welche das Endstück der Curve bei den verschiedenen Versuchen darbietet, so ist es vortheilhaft, hier von den Versuchen auszugehen, für welche die Vers. XXXII, XXXIII und XXXV als Paradigmata gegeben sind.

Bei dem Vers. XXXII tritt in der 3. Prüfungsreihe eine ganz regelmässige Knickung der Curve gegen die Abscissenaxe auf, da, wo die Abscissen Zeiten entsprechen, zu welchen die Stellen des Nerven um den Abgang des stärksten Oberschenkelastes herum geprüft worden sind: die kleinste Ordinate der

Knickung ist durch das Err. gerade der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes gegeben, und mit der Entfernung der geprüften Stellen von dieser Stelle aus nach beiden Enden des Nerven hin nimmt die Grösse der Ordinaten zu. Die Curve, welche bis zur 3. Prüfungsreihe der Curve Fig. 6 genau entsprochen hatte, behält auch für die Zeit dieser Reihe, von der eben besprochenen Knickung abgesehen, die Gestalt jener Curve bei. Die 4. wie die 5. Prüfungsreihe liefern getreue Wiederholungen dessen, was bei der 3. Reihe sich gezeigt hatte, nur dass die Knickung bei jeder folgenden Reihe tiefer und auch breiter, also von der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes nach beiden Enden des Nerven hin über mehr Stellen desselben sich erstreckend erscheint. Nach der 5. Prüfungsreihe endlich zeigen sich nur noch die vier untersten Stellen erregbar, und die Ordinaten der Curve sind überall da Null, wo die Abscissen Zeiten entsprechen, zu welchen die übrigen Stellen des Nerven geprüft worden sind.

Bei dem Vers. XXXIII finden wir wiederum die der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes entsprechende Knickung der Curve in der drittletzten Prüfungsreihe aufgetreten und in den folgenden Reihen an Tiefe und Breite gewachsen. Wir sehen aber bei diesem Versuche eine zweite Knickung der Curve, welche der Theilungsstelle des Ischiadicus-Stammes in den Peroneus und den Tibialis entspricht, wenngleich weniger scharf ausgeprägt als die erste, in der vorletzten Prüfungsreihe hinzukommen und finden auch diese zweite Knickung in der letzten Prüfungsreihe vergrössert. Unmittelbar nach der letzten Prüfungsreihe wurden hier nur noch von den beiden untersten Stellen des Nerven aus Zuckungen erlangt.

Deutlicher als der Vers. XXXIII lässt der Vers. XXXV die zweite Knickung der Curve und die Veränderungen, welche sie mit der Zeit erfährt, hervortreten. Schon in der 4. Prüfungsreihe kommt hier die der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes entsprechende Knickung zum Vorschein, und sie nimmt in den folgenden Reihen in der vom Vers. XXXII her uns bekannten Weise an Tiefe und Breite zu. In der 7. Prüfungsreihe gesellt sich zu ihr, sogleich sehr scharf

ausgesprochen, die der Theilungsstelle entsprechende Knickung hinzu, und auch diese zeigt sich dann von Prüfungsreihe zu Prüfungsreihe gewachsen. In der 9. Prüfungsreihe erscheinen bereits alle Stellen des Nerven von oben an bis über die Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes hinaus unerregbar, die der Theilungsstelle entsprechende Knickung aber ist hier wie in der folgenden Reihe noch in der Vergrösserung begriffen. In der 11. Prüfungsreihe endlich sind nur noch die beiden untersten Stellen des Nerven erregbar. Die Err. aller in die beiden Knickungen nicht mit einbezogenen Stellen des Nerven, und so auch das Err. der untersten Stelle noch lange, nachdem diese allein erregbar geblieben ist, zeigen deutlich einen der Curve Fig. 6 genau entsprechenden Verlauf.

Bleiben wir vorerst hierbei stehen und nehmen wir an, die Endstücke der Curven der übrigen Versuche seien von denjenigen, welche eben besprochen worden sind, erweislich nur in untergeordneten Punkten oder auch nur aus Anlass verschiedener äusserer Versuchs-Verhältnisse verschieden. Setzen wir ferner den Nachweis als bereits geführt, der erst später folgen kann, dass auf die vorstehenden Versuchsergebnisse weder eine Veränderung des Wassergehaltes des Nerven noch das Auftreten von tetanischen Contractionen oder Tetanus von Einfluss gewesen ist. Dann sehen wir uns auf Grund dieser Versuchsergebnisse jetzt zu dem Schlusse berechtigt, dass unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Err. am Nerven richtig ist und für die erste Zeit nach der Trennung des Nerven auch alle Stellen desselben umfasst, für die spätere Zeit aber eine Anzahl ausgezeichneter Stellen nicht umfasst, deren Err. dann anders sich verändern als die Err. aller anderen Stellen.

So weit hätten wir nur eine sichere Bestätigung dessen erlangt, was uns früher schon aus anderen Gründen wahrscheinlich geworden war: die Versuche verhelfen uns aber auch zu folgender weiteren Einsicht. Wir haben es nicht, wie wir bisher nur hatten glauben können, mit einzelnen, hier und da im Nerven zerstreuten ausgezeichneten Stellen zu thun, sondern mit ganzen Gruppen ausgezeichneter Stellen, von denen die eine um die Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes, die

andere um die Theilungsstelle des Ischiadicus herum gelegen ist. Die Err. aller Stellen dieser Gruppen sinken von einer gewissen Zeit nach der Trennung des Nerven an rascher als die Err. der übrigen, nicht zu den Gruppen gehörenden Stellen des Nerven, die Err. der verschiedenen Stellen derselben Gruppe aber sinken wiederum unter einander verschieden rasch. Und zwar beginnt das diese Stellen auszeichnende Sinken — das man also erhält, wenn man von den zeitlichen Veränderungen der Err. der zu den Gruppen gehörigen Stellen diejenigen zeitlichen Veränderungen in Abzug bringt, welche die Err. aller übrigen Stellen des Nerven in ganz gleicher Weise betreffen, — zuerst an der mittelsten Stelle jeder Gruppe und tritt an den anderen Stellen der Gruppe desto später ein, je weiter sie vom Mittelpunkte der Gruppe entfernt sind: es geht ferner an allen Stellen der Gruppe mit zunehmender Geschwindigkeit vor sich, aber die Zunahme der Geschwindigkeit erfolgt am raschesten wiederum an der mittelsten Stelle und an den anderen Stellen desto langsamer, je grösser ihr Abstand vom Mittelpunkte der Gruppe ist.

Wir haben oben (in II) an dem Nerven, an welchem ein Querschnitt angelegt ist, zu den zeitlichen Veränderungen, welche die Err. aller Stellen des Nerven in gleicher Weise betreffen, andere Veränderungen, die Wirkung des Querschnittes, sich hinzufügen sehen. Es breitet sich die Wirkung des Querschnittes vom Querschnitte aus mit der Zeit über immer mehr Stellen des Nerven aus und lässt überall das Err. mit zunehmender Geschwindigkeit sinken, so jedoch, dass die Zunahme der Geschwindigkeit desto rascher erfolgt, je näher die betroffene Stelle dem Querschnitte sich befindet (II, S. 475). Die Uebereinstimmung dieser vom Querschnitte ausgehenden Veränderungen mit denjenigen Veränderungen, welche von dem Mittelpunkte jeder Gruppe ausgezeichneter Stellen aus nach beiden Enden des Nerven hin um sich greifen, ist nicht zu verkennen. Und wir können daher das Thatsächliche, welches in unseren Versuchen vorliegt, jetzt kurz dahin zusammenfassen, dass von einer gewissen Zeit nach der Trennung des Nerven an von den „ausgezeichneten Punkten“ am Nerven aus —

so wollen wir die Mittelpunkte der Gruppen ausgezeichneter Stellen fortan nennen — Wirkungen, welche der Wirkung des Querschnittes ganz analog sind, nach beiden Enden des Nerven hin sich entfalten und ebenso, wie die Wirkung des Querschnittes, zu den zeitlichen Veränderungen, welche die Err. aller Stellen des Nerven in gleicher Weise erfahren, sich hinzufügen.

Die Verschiedenheiten, welche das Endstück der Curve bei den verschiedenen Versuchen darbietet, lassen sich nun sämmtlich darauf zurückführen, dass einmal die Wirkungen der ausgezeichneten Punkte zu verschiedenen Zeiten eingetreten und verschieden rasch gewachsen sind und sodann auch die Prüfungen der Gruppen ausgezeichneter Stellen in gerade mehr oder weniger günstige Zeiten gefallen sind.

Der Vers. XXX erscheint unter allen meinen Versuchen am meisten von den vorhin besprochenen Versuchen abweichend. Die der Curve Fig. 6 genau entsprechende Curve wendet nach den ersten Prüfungen der zweiten Reihe plötzlich ihre Concavität der Abscissenaxe zu und fällt sehr steil zu dieser ab: die Stelle des Nerven, deren Erregung eben noch Muskelzuckung zur Folge hatte, war etwas höher als die Theilungsstelle gelegen, bei der Erregung aller noch höheren Stellen des Nerven blieb jede Muskelzuckung aus.

Man könnte den steilen Abfall der Curve für eine Ermüdungs-Erscheinung, für die Folge der voraufgegangenen häufigen Prüfungen halten wollen. Allein hiergegen spricht, selbst wenn wir von dem Fortgange des Versuches ganz absehen, schon ausreichend die geringe Zahl der Prüfungen bei der aus dem Verlaufe der Curve ersichtlichen grossen Leistungsfähigkeit des Präparates, um so mehr, als uns vorhin (S. 25) gerade diese Versuche hier die Ueberzeugung von der wenig schädlichen Einwirkung häufiger mittelbarer Erregungen verschafft haben. Es kommt nun eben noch der Fortgang des Versuches hinzu: die untersten Stellen des Nerven sind noch lange, trotz der häufigen Prüfungen noch sehr lange erregbar, während sie, wenn jener steile Abfall der Curve eine Ermüdungs-Erscheinung in Folge der voraufgegangenen Prüfungen

wäre, ebenso, wie die übrigen Stellen des Nerven, von dem Augenblicke an, wo die Curve die Abscisse erreicht hatte, sich unerregbar hätten zeigen müssen.

Den wahren Grund des steilen Abfalls der Curve geben uns die Vers. XXXII, XXXIII und XXXV an die Hand. Wir sehen in diesen Versuchen, sobald die eine oder die andere Knickung der Curve bis zu einer gewissen Grösse gewachsen ist, die Erregungen aller Stellen des Nerven, welche oberhalb desjenigen ausgezeichneten Punktes gelegen sind, welchem die Knickung entspricht, ohne jeden Erfolg am Muskel bleiben. Freilich geben über die Grösse, bis zu welcher die Knickung dann gewachsen ist, die Versuche unmittelbar keinen weiteren Aufschluss, als dass eine oder mehrere Ordinaten der Knickung unter 3 Mm. gesunken sind. Allein es liegt auf der Hand, dass mit dem Augenblicke, wo die Mitte der Knickung die Abscisse erreicht hat, mit anderen Worten, das am raschesten sinkende Err. der mittelsten Stelle der Gruppe Null und somit diese Stelle unerregbar geworden ist, auch die Leitung der Erregung an dieser Stelle unterbrochen sein muss, so dass die Erregung einer höher gelegenen Stelle des Nerven nicht mehr Muskelzuckung zur Folge haben kann. Hiernach wird die Gestalt des Endstücks der Curve beim Vers. XXX als dadurch bedingt aufzufassen sein, dass in der Zeit, welche zwischen der ersten und der zweiten Prüfung der um die Theilungsstelle herum gelegenen Stellen des Nerven verfloss, das Err. der Theilungsstelle sehr rasch gesunken und endlich Null geworden ist. Und der steile Abfall der Curve in der 2. Prüfungsreihe wird als die eine Hälfte der sehr rasch gewachsenen, der Theilungsstelle entsprechenden Knickung der Curve anzusehen sein, deren andere Hälfte wegen der inzwischen an der Theilungsstelle erfolgten Unterbrechung der Leitung nicht mehr hat zum Vorschein kommen können.

Man übersieht, dass der verschiedenen Gestalt des Endstücks der Curve bei den Vers. XXXII, XXXIII und XXXV einerseits und dem Vers. XXX andererseits nach der eben vorgetragenen Auffassung nur ein gradueller Unterschied zu Grunde liegt: die verschieden rasche Ausbildung der Knickungen oder,

was dasselbe sagen will, die verschieden starke Wirkung der ausgezeichneten Punkte. Vergebens wird man nach irgend einem Anhaltspunkte suchen, um dieser Auffassung eine andere gegenüberstellen zu können. Ich trete aber auch den directen Beweis der Richtigkeit der gegebenen Auffassung an.

Offenbar wird dieser Beweis, so streng er nur hier möglich ist, dann geliefert sein, wenn ich Versuche beibringen kann, welche in Betreff der Gestalt des Endstücks der Curve die Mitte zwischen den Vers. XXXII, XXXIII und XXXV einerseits und dem Vers. XXX andererseits inne halten, besonders aber, wenn ich in Versuchen, bei welchen die Gestalt des Endstücks der Curve der beim Vers. XXX beobachteten im Uebrigen genau entspricht, eben noch die ersten Spuren, den Beginn der der Theilungsstelle entsprechenden Knickung der Curve unzweifelhaft nachweisen kann. Ich verweise nun auf die Vers. XXVI, XXVIII und XXIX. Bei diesen Versuchen zeigt sich resp. in der 4., 7., 4. Prüfungsreihe derselbe steile Abfall der Curve, und das Endstück der Curve hat sodann weiter ganz dieselbe Gestalt, wie beim Vers. XXX In allen drei Versuchen aber lässt der Beginn der der Theilungsstelle entsprechenden Knickung, welcher jedesmal in der dem steilen Abfalle der Curve vorhergehenden Prüfungsreihe hervortritt, keinen Zweifel bestehen, dass eben nur in dem raschen Wachsen dieser Knickung der Grund für den steilen Abfall und die Gestalt des Endstücks der Curve überhaupt zu suchen ist.

Gelegentlich sei bemerkt, dass der Vers. XXXI noch schöner[1], als die eben besprochenen Versuche und der Vers. XXX, vor die Augen führt, wie durch das Wachsen der Knickung und die schliesslich eintretende Unterbrechung der Leitung die höher gelegenen Stellen des Nerven ganz plötzlich zur (wenigstens scheinbaren) Unerregbarkeit verurtheilt werden. In

1) Es haben beim Vers. XXXI die Prüfungen in einer zur Zeit gerade günstigeren Reihenfolge der Stellen stattgefunden; wäre bei der 4. Reihe die Prüfung aller Stellen des Nerven am unteren Ende desselben begonnen worden, so würde dieser Versuch in Betreff der Gestalt des Endstücks der Curve den Vers. XXVI, XXVIII und XXIX genau sich angeschlossen haben.

der 3. Prüfungsreihe treten die beiden Knickungen der Curve in mässiger Grösse hervor, und die letzte Prüfung dieser Reihe ergiebt das Err. der obersten Stelle des Nerven in der Grösse von 11,2 Mm.: bei der nach einer Pause von nur 3 Min. wiederholten Prüfung dieser obersten Stelle bleibt der Muskel ganz in Ruhe, und ebenso erfolglos zeigen sich nun die Erregungen aller Stellen des Nerven bis ohngefähr zur Theilungsstelle hin, während weiter auf die Erregungen der untersten Stellen des Nerven starke Muskelzuckungen folgen. Unzweifelhaft hat hier in der Zwischenzeit der 3. und der 4. Prüfungsreihe die Mitte der der Theilungsstelle entsprechenden Knickung der Curve die Abscisse erreicht.

Ich darf wegen der endlosen und im Grunde unfruchtbaren Auseinandersetzungen, welche nöthig wären, nicht daran denken, in derselben Weise, wie es im Vorstehenden bei einer Anzahl von Versuchen geschehen ist, auch noch die übrigen Versuche hier besprechen zu wollen. Nachdem für diejenigen Versuche, welche in Betreff der Gestalt des Endstücks der Curve am meisten von den oben unseren Schlüssen zu Grunde gelegten Vers. XXXII, XXXIII und XXXV abweichend erscheinen, ausführlich dargelegt ist, wie sie sich in der versprochenen Weise auf diese Versuche zurückführen lassen, und nachdem alle wesentlichen in Betracht kommenden Momente hierbei zur Sprache gebracht worden sind, reicht bei den übrigen Versuchen immer eine nur kurze Ueberlegung aus, die Einsicht in die Uebereinstimmung auch dieser Versuche zu verschaffen. Ich will deshalb nur noch die Verschiedenheiten in der Wirkung der ausgezeichneten Punkte, welche die Versuche ergeben haben, hier kurz zusammenstellen.

In der Regel, unserer sogleich mitzutheilenden Auffassung bei den Vers. XXIX und XXX gemäss sogar immer beginnt die Wirkung des an der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes gelegenen ausgezeichneten Punktes früher als die des an der Theilungsstelle befindlichen. Doch ist der Zeitunterschied in dem Eintritte der Wirkungen der beiden ausgezeichneten Punkte in den verschiedenen Versuchen sehr verschieden: bald ist er nur sehr gering, so dass er sich manch-

mal kaum mit Sicherheit feststellen lässt (vgl. Vers. XXVI, XXVIII und XXXI), bald ist er grösser (vgl. Vers. XXXIII und XXXV[1]). Bei den Vers. XXXII, XXXIV und einigen ähnlichen kann es fraglich scheinen, ob der in Rede stehende Zeitunterschied hier sehr gross gewesen ist, oder ob bei diesen Versuchen die Wirkung des an der Theilungsstelle gelegenen ausgezeichneten Punktes überhaupt gar nicht eingetreten ist. Es sind dies aber lauter solche Versuche, welche nach der Unterbrechung der Leitung an dem oberen ausgezeichneten Punkte abgebrochen wurden, es haben sich ferner bei einigen dieser Versuche, als kurze Zeit nach dem Aufhören der regelmässigen Prüfungen wieder Prüfungen vorgenommen wurden, nur die alleruntersten Stellen des Nerven noch erregbar gezeigt, und endlich hat bei allen Versuchen, welche lange genug fortgesetzt wurden, zu der Wirkung des oberen ausgezeichneten Punktes auch die des an der Theilungsstelle gelegenen sich hinzugesellt. Nach allem Diesem kann es keinem Zweifel unterliegen, dass in jenen Versuchen nur der Zeitunterschied in dem Eintritte der Wirkungen der beiden ausgezeichneten Punkte sehr gross gewesen ist.

Wollte man uns doch hierin nicht Recht geben, so würde man consequenter Weise auf Grund der Vers. XXIX, XXX und ähnlicher auch statuiren müssen, dass hin und wieder die Wirkung des oberen ausgezeichneten Punktes ausbleibt. Wir bekennen uns hier zu der nahe liegenden und auch, wenn man alle Versuche zugleich in's Auge fasst, gewiss allein berechtigten Auffassung, dass in diesen Versuchen die Wirkungen beider ausgezeichneter Punkte ohngefähr zu gleicher Zeit eingetreten sind, die Wirkung des oberen ausgezeichneten Punktes aber wegen der inzwischen an der Theilungsstelle erfolgten Unterbrechung der Leitung nicht mehr hat zum Vorschein kommen können.

Das verschieden rasche Wachsen der Wirkung der ausgezeichneten Punkte in den verschiedenen Versuchen haben uns

---

1) In anderen Versuchen habe ich den Zeitunterschied noch viel grösser, als in diesen mitgetheilten Versuchen, gefunden.

die Vers. XXXII und XXXV einerseits und der Vers. XXX andererseits schon in den Extremen vorgeführt: es kommen dann alle nur möglichen Zwischenstufen vor, wie wir deren auch bereits einige kennen gelernt haben. Wo bei einem Nerven die Wirkung des oberen ausgezeichneten Punktes langsam wuchs, habe ich auch die des unteren nur langsam zunehmen sehen, und es ist mir kein Fall vorgekommen, in welchem die Wirkungen der beiden ausgezeichneten Punkte desselben Nerven sehr verschieden rasch gewachsen wären.[1])

Hier mögen sogleich noch einige Worte über die genaue Bestimmung der Lage der ausgezeichneten Punkte am Nerven Platz finden, eine Bestimmung, welche nicht ganz ohne Schwierigkeiten ist. Die Unterbrechung der Leitung lässt sich gar nicht benutzen[2]), und ebenso wenig sind von den Knickungen,

---

1) Ich habe nämlich nie die Wirkung des oberen Punktes sehr rasch und die des unteren nur langsam wachsen sehen; wo aber die Wirkung des unteren Punktes sehr rasch zugenommen hat, wie im Vers. XXX, hat die Unterbrechung der Leitung an der Theilungsstelle Ermittelungen über die Wirkung des oberen Punktes ganz unmöglich gemacht.

2) Da eine ausführliche Erörterung hier nicht möglich ist, so will ich wenigstens an einigen Beispielen die Irrthümer darlegen, in welche man hier gerathen könnte: wobei wir sogar davon absehen, dass das Ausbleiben der Muskelzuckung keine Sicherheit dafür gewährt, dass das Err. der geprüften Nervenstelle wirklich schon Null geworden ist. Man könnte z. B. auf Grund der 4. Prüfungsreihe im Vers. XXIX den unteren ausgezeichneten Punkt an die Stelle des Nerven, von welcher aus zuerst nicht mehr Muskelzuckung erlangt worden ist, versetzen, also für höher am Nerven als die Theilungsstelle gelegen ansehen wollen. Man würde dann aber übersehen, dass, wenn die Theilungsstelle, welche die 4. Prüfung der Reihe getroffen hatte, sogleich nach derjenigen Prüfung, welche zuletzt Zuckung zur Folge hatte, unerregbar geworden ist, die Ergebnisse der Reihe genau dieselben sein mussten. Und dass eben wirklich die Theilungsstelle hier unerregbar geworden ist, beweisen die 3. wie die 5. Prüfungsreihe. Ein ähnlicher Fall liegt beim Vers. XXX vor: in den gerade entgegengesetzten Fehler aber würde man beim Vers. XXVI u. a. gerathen können. Wollte man beim Vers. XXVI den unteren ausgezeichneten Punkt an der Stelle, von welcher aus in der 4. Reihe zuerst nicht mehr Zuckung erhalten worden ist, also tiefer als die Theilungsstelle gelegen anneh-

welche die Versuchscurven zeigen, für unseren Zweck diejenigen brauchbar, bei welchen bereits mehrere der mittleren Ordinaten der Knickung unter 3 Mm. gesunken sind. Bei der Beurtheilung der übrigen Knickungen hat man immer festzuhalten, dass die Knickung, sobald sie einmal eingetreten ist, dauernd im Wachsen begriffen ist, dass also jede durch eine spätere Prüfung bestimmte Ordinate der Knickung einer grösseren Tiefe und Breite dieser Knickung entspricht. Am Besten und Genauesten lässt sich die Lage der ausgezeichneten Punkte auf Grund derjenigen Knickungen bestimmen, welche bei einer mässigen Tiefe eine grössere Breite zeigen und sehr regelmässig sich darstellen, wie solche Knickungen im Vers. XXVIII in der 6. Prüfungsreihe und im Vers. XXXII in der 3. Prüfungsreihe vorliegen. Die Stelle des Nerven, deren Prüfung die kleinste Ordinate der Knickung ergeben hat, enthält sicher den ausgezeichneten Punkt, wenn die Knickung zu beiden Seiten ihres tiefsten Punktes nicht symmetrisch ist, derjenige Seitentheil vielmehr, der durch die späteren Prüfungen gewonnen ist, breiter als der andere erscheint; wo in solchem Falle zwei gleiche kleinste Ordinaten der Knickung vorhanden sind, ist diejenige Stelle die mittelste der Gruppe ausgezeichneter Stellen, oder, mit anderen Worten, enthält den ausgezeichneten Punkt diejenige Stelle, welcher die zuerst bestimmte der beiden kleinsten Ordinaten entspricht. Diese genauesten Bestimmungen haben nun übereinstimmend ergeben, dass der obere ausgezeichnete Punkt dicht unterhalb der plötzlichen Verdickung des Nerven gelegen ist, welche sich an der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes zeigt, und der untere ausgezeichnete Punkt da sich befindet, wo mit blossem Auge eine Unterscheidung der im Stamme neben einander gelagerten, zur Theilung vorbereiteten Stränge des Peroneus und des Tibialis eben nicht mehr möglich ist. Und wo sonst die Versuche mehr oder weniger genaue Bestimmungen der Lage

---

men, so würde man übersehen, dass ausser der mittelsten Stelle der unteren Gruppe auch bereits benachbarte Stellen unerregbar geworden sein können.

der ausgezeichneten Punkte zuliessen, haben auch diese Bestimmungen mit jenen genauesten immer gut übereingestimmt, was ich besonders des unteren ausgezeichneten Punktes wegen hervorheben will. So roh auch offenbar die Bestimmung der Lage des unteren Punktes ist, so brauchbar hat sie sich doch wenigstens vor der Hand erwiesen, bis es gelingt, einen besseren Anhaltspunkt zu gewinnen.

Es bleibt uns übrig, die letzte Bedingung zu erfüllen, von welcher die Sicherheit der auf S. 27 und 28 aus unseren Versuchen gezogenen Schlüsse noch abhängig ist, den Nachweis nämlich zu führen, dass auf unsere Versuchsergebnisse weder eine Veränderung des Wassergehaltes des Nerven noch das Auftreten von tetanischen Contractionen oder Tetanus von Einfluss gewesen ist.

So weit unsere Versuchsergebnisse zu einer der Curve Fig. 6 an Gestalt entsprechenden Curve führen, sehe ich keine Möglichkeit ein, ihnen als bedingende Ursache Veränderungen des Wassergehaltes des Nerven unterzustellen. Man müsste denn das allmähliche Sinken des Err. überhaupt, welches wir bereits von unseren früheren Untersuchungen her als die mit der Zeit vor sich gehende Veränderung desselben kennen, ganz oder zu einem Theile von einer Wassergehalts-Veränderung des Nerven ableiten wollen: was, wofern es einer besonderen Widerlegung hier noch bedarf, direct dadurch widerlegt wird, dass die regelmässig in der Zwischenzeit zweier Prüfungsreihen vorgenommene Befeuchtung des Nerven nie ein Ansteigen des Err. zur Folge gehabt hat. Dagegen liegt bei den Abweichungen, welche das Endstück der Curve des einzelnen Versuches von der Curve Fig. 6 darbietet, allerdings der Gedanke nahe, sie möchten durch Veränderungen des Wassergehaltes des Nerven herbeigeführt sein, und es lassen sich in der That mit Hülfe der beiden Annahmen, einmal dass mit dem Wasserverluste einer Nervenstelle ihr Err. sinkt, und sodann dass die Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes und die Theilungsstelle am raschesten, die anderen Stellen unserer „Gruppen" desto langsamer, je weiter sie von den genannten Stellen entfernt sind, und endlich alle Stellen der Gruppen

rascher als die übrigen Stellen des Nerven vertrocknen, wie leicht zu übersehen ist, vollständig alle unsere Beobachtungen erklären.

Gegen die erste Annahme haben wir so wenig einzuwenden, dass wir sie auf Grund gelegentlicher Wahrnehmungen[1]) sogar für höchst wahrscheinlich richtig erklären müssen. Die zweite Annahme aber ist nicht nur von vorn herein als logisch unberechtigt zurückzuweisen, sondern sie erweist sich auch, wo sie der unmittelbaren Prüfung zugänglich ist, als thatsächlich unbegründet.

Weshalb, fragen wir, sollten die verschiedenen Stellen des Nerven, welche doch in unseren Versuchen sämmtlich unter denselben Bedingungen gehalten worden sind, so verschieden vertrocknet sein, wie es die Annahme besagt? Dass man hier einen verschiedenen Wassergehalt der verschiedenen Stellen des unversehrten Nerven des lebenden Thieres oder eine verschiedene Beschaffenheit der Nervenhüllen an den verschiedenen Stellen des Nerven oder andere, ebenso durchaus unbekannte Verhältnisse nicht ganz beliebig supponiren und noch dazu gerade so sich ausmalen darf, wie es zur Stütze der Annahme erforderlich ist, bedarf keiner Erörterung. Es bleibt dann Nichts übrig, als zu dem verschiedenen Querschnitte der verschiedenen Nervenstellen seine Zuflucht zu nehmen. Nach den genauesten vorliegenden Angaben von Heidenhain[2]) ist der Querschnitt des Ischiadicus etwas oberhalb der Theilungsstelle am kleinsten und nimmt von da aus nach dem oberen wie nach dem unteren Ende des Nerven hin zu, so jedoch, dass er an der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes noch besonders

1) Ich habe nämlich in einigen der oben S. 10 besprochenen Versuche, welche ich bei höheren Zimmertemperaturen (c. 20° C.) anstellte, und welche mir eben die Ueberzeugung verschafften von der Unmöglichkeit, bei diesen Temperaturen unter den gegebenen Verhältnissen zu arbeiten, nach der alle 6—8 Min. vorgenommenen Befeuchtung des Nerven das Err. stets beträchtlich gestiegen gefunden, in der Zwischenzeit zweier Befeuchtungen aber das Err. rasch sinken sehen.

2) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Herausgeg. von R. Heidenhain. Heft I. 1861. S. 21 ff. 25. 36.

vergrössert und grösser, als an den höher gelegenen Stellen ist; dicht unterhalb des Abganges des stärksten Oberschenkelastes ist der Querschnitt des Nerven kleiner als in der Nähe des Muskels. Versetzen wir nun selbst, weil Heidenhain eine genaue Bestimmung seiner „Theilungsstelle" nicht gegeben hat, unseren unteren ausgezeichneten Punkt an die Stelle des Nerven, welcher der kleinste Querschnitt zukommt, so sehen wir, lassen sich die Querschnitts-Verschiedenheiten am Nerven doch nur in Betreff der unteren Gruppe ausgezeichneter Stellen, nicht mehr aber für die obere Gruppe zu Gunsten der Annahme geltend machen. Aber noch mehr. Ich habe bei einer ganzen Reihe von Versuchen sogleich bei der Präparation des Nerven den Peroneus, der sonst immer bis zum Kniegelenk erhalten worden war und dicht neben dem Tibialis gelegen hatte, nahe der Theilungsstelle abgeschnitten, so dass die untersten Nervenstellen, jetzt der feine Strang des Tibialis allein, viel dünner als alle übrigen Stellen des Nerven waren: wie man aus den Vers. XXXIII und XXXV, welche dieser Reihe angehören, ersieht, haben trotzdem die Versuche dieselben Ergebnisse, wie die anderen, geliefert.

Obwohl gegen den eben geführten Nachweis, dass der Annahme die logische Berechtigung fehlt, bei dem augenblicklichen Stande unserer Kenntniss des Nerven, so weit ich wenigstens absehen kann, Nichts sich einwenden lässt, muss ich doch offen gestehen, selbst nicht den vollen Nachdruck auf diesen Nachweis hier legen zu können, weil vielleicht gerade die vorliegende Untersuchung die Vermuthung berechtigt erscheinen lassen kann, dass an gewissen Stellen des Nerven, wenn auch nicht die innere Beschaffenheit der Nervenfasern, so doch die Verhältnisse der Nervenhüllen oder dergl. wirklich von denjenigen an den anderen Nervenstellen abweichen. Es trifft sich daher gut, dass wir die Annahme auch geradezu als thatsächlich unbegründet zurückzuweisen im Stande sind. Wenn in unseren Versuchen die Knickungen der Curve und ihr Wachsen durch den Wasserverlust der betreffenden Nervenstellen herbeigeführt worden sind, müssen auch die Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes und die Theilungsstelle zur Zeit,

wo sie ganz unerregbar wurden und die Leitung der Erregung von den oberen Stellen des Nerven zum Muskel bei ihnen eine Unterbrechung erfuhr, vollständig vertrocknet gewesen sein, einige Zeit später müssen dann ihre Nachbarstellen dasselbe Schicksal erfahren haben u. s. f. Wie Jedermann bekannt, ist aber ein Nervenstück nicht nur, wenn es ganz vertrocknet ist, sondern schon eine längere Zeit vorher, wenn es in Folge des Wasserverlustes nur noch wenig erregbar ist, durch sein gelbliches Aussehen und seine Steife sehr scharf von einem frischen oder gut feucht erhaltenen Nervenstücke unterschieden, und selbst durch öftere Befeuchtung vermag man alsdann nicht, ihm sein altes Aussehen und seine alte Geschmeidigkeit wiederzugeben. Solche vertrocknete Nervenstellen oder Nervenstücke hätten sich also auch nach der Beendigung unserer Versuche an den Nerven zeigen müssen. Allein nie hat sich, selbst wenn, wie bei den Vers. XXIX, XXX, XXXIV und XXXV, die Prüfungen noch lange Zeit fortgesetzt worden waren, nachdem an einer Stelle des Nerven die Leitung der Erregung unterbrochen worden war, irgendwo an dem Nerven auch nur eine Spur der Eigenschaften wahrnehmen lassen, welche einmal vertrocknete Nervenstücke charakterisiren: Nerv wie Muskel sind, so weit sich dies nur dem äusseren Anscheine nach beurtheilen liess, immer so feucht, wie bei dem frischen Präparate, gewesen.

Dass während der Versuchszeit, in der Zwischenzeit zweier Befeuchtungen des Nerven, hin und wieder kleine — aber eben auch nur solche — Wassergehalts-Veränderungen des Nerven stattgefunden haben können, lässt sich nicht in Abrede stellen. Allein dass die durch diese kleinen Wassergehalts-Veränderungen hervorgerufenen Veränderungen des Err. nur höchst unbeträchtlich gewesen sein können und deshalb ganz unbedenklich vernachlässigt werden dürfen, geht auf das Schlagendste daraus hervor, dass sie, so weit die Versuchsergebnisse der Curve Fig. 6 entsprechen, innerhalb der uns bekannten kleinen Unregelmässigkeiten (II, S. 440, oben S. 25) gefallen sein müssen. Eine Beeinflussung der Versuchsergebnisse, aus welchen wir die Schlüsse auf S. 27 und 28 gezogen haben,

durch Wassergehalts-Veränderungen des Nerven ist nach dem Vorstehenden sicher ausgeschlossen.

Tetanische Contractionen oder Tetanus (II, S. 482 ff.) sind bei der vorliegenden Untersuchung nur selten mir vorgekommen. Erinnern wir uns, dass sie bei den früheren Versuchen meist erst, wenn das Err. schon sehr lange gesunken war, aufgetreten sind, so werden wir mit grosser Wahrscheinlichkeit die Gründe für ihr seltenes Erscheinen bei den uns jetzt beschäftigenden Versuchen darin suchen dürfen, dass die Knickungen der Curve gewöhnlich sehr rasch gewachsen sind, die Unterbrechung der Leitung an den ausgezeichneten Punkten die Err. der höheren Stellen des Nerven uns nicht genügend lange hat verfolgen lassen und endlich die untersten Stellen nach der Unterbrechung der Leitung entweder eine zu kurze Zeit hindurch oder auch in zu grossen Zeitzwischenräumen geprüft worden sind. Ich habe bei vier Versuchen[1]) noch in der An-

1) Ich theile einen dieser Versuche hier mit. Ueberall, wo die Zahlen in der Err.-Columne in Klammern eingeschlossen sind, haben anomale Zuckungen stattgefunden.

Kleiner Frosch.

Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.	Ort	Zeit Min.	Err. in Mm.
O	15	11,1	O	36	(8,8)	O	55	Muskel
	Zwischenzeit zweier Prüfungen: 1 Min.	10,8			(8,8)		Zw.-Z. zweier Prüf.: 1/2 Mn.	zuckt
		(9,4)			(9,1)			nicht.
		(9,0)			(9,1)			5,0
		(9,4)			(8,8)			6,9
		7,9			6,9			7,1
		7,7			7,0	U		7,1
		7,3			7,0	U	61	7,1
		7,3			7:0			7,1
U		7,3			7,0			7,1
U	25	(9,5)	U		7,2			unter 3
		(9,4)	U	47	(9,0)			Muskel
		(9,3)			(8,7)			zuckt
		(9,3)			7,3	O		nicht.
		(7,9)			7,0	O	66	Muskel
		7,2		51	4,0			zuckt
		7,2		51½	—			nicht.
		(9,0)		52	—			unter 3
		(9,2)		52½	—			7,1
		(8,9)		u. s. f.	—	U		7,1
O		(8,2)			—			
			O		—			

fangszeit der Versuche, bei einigen anderen Versuchen erst nachdem bereits alle Stellen des Nerven bis über die Theilungsstelle hinaus unerregbar geworden waren, bei der weiteren Verfolgung der Err. der untersten Stellen für einige Zeit anomale Zuckungen beobachtet. Jene ersteren Versuche, bei welchen das Anfangsstück der Curve von unregelmässiger Gestalt sich herausgestellt hat, sind sogleich oben (S. 24) von der Discussion der Ergebnisse der Untersuchung ausgeschlossen worden: bei den letzteren Versuchen sind, wie es schon früher bei der Verfolgung der zeitlichen Veränderungen des Err. einer oder mehrerer Nervenstellen geschehen ist und eben ohne Bedenken hat geschehen können, für die Zeit der anomalen Zuckungen die unmittelbaren Versuchsergebnisse ganz ausser Acht gelassen worden. Indem aber die Möglichkeit noch vorliegt, dass hin und wieder tetanische Contractionen der bei diesen Versuchen so vielfach in Anspruch genommenen Aufmerksamkeit des Experimentators sich entzogen haben, bleibt die Frage zu erörtern, ob solche anomale Zuckungen etwa zu Irrthümern haben Anlass werden können. Und zwar beschränkt sich die Frage sofort auf die Knickungen der Curve, da, so weit die Versuchsergebnisse zu einer der Curve Fig. 6 an Gestalt entsprechenden Curve führen, gerade dieser Umstand dafür bürgt, dass tetanische Contractionen nicht heimlich mit untergelaufen sind.

An einem Beispiele wird sich sogleich übersehen lassen, in welcher Art wir bei den Knickungen durch tetanische Contractionen getäuscht sein könnten. Es sei bei einem Versuche für den Fall, dass anomale Zuckungen bei den Prüfungen nicht statthaben, eine Knickung der Curve durch folgende Zahlen, die Err. der neben einander gelegenen und nach einander geprüften Stellen des Nerven, gegeben:

9,0 — 8,0 — 7,2 — 6,7 — 6,8 — 7,1 — 7,8 — 8,9.

Sind nun in dem betreffenden Falle 6,0 und 7,0 die Grenzwerthe des Err.[1]), innerhalb welcher dem erregenden Indu-

1) Dies ist nicht ganz genau. Indem wir an dem Nerven hinauf oder herunter gehen, ändern sich mit den Querschnitten der der Prü-

ctionsströme die tetanisirende Wirkung zukommt, so werden die Prüfungen in Wahrheit etwa folgende Zuckungsgrössen liefern können:

9,0 — 8,0 — 7,2 — 8,9 — 9,0 — 7,1 — 7,8 — 8,9.

Mit einem Worte also, die anomalen Zuckungen könnten uns an Stelle Einer Knickung zwei, ja, wie eine leichte Ueberlelegung ergiebt, sogar drei Knickungen vorgespiegelt haben.

Doch wird es selbst für denjenigen, der die oben mitgetheilten Versuche nur oberflächlich durchmustert hat, gewiss keines Beweises mehr dafür bedürfen, dass wir hier nicht in Wahrheit das Opfer einer solchen Täuschung geworden sind. Wir haben die eine unserer beiden Knickungen öfters ohne die andere beobachtet, und wir haben die eine wachsen sehen, ihr Wachsen sehr lange verfolgt, bevor die andere sich zu ihr gesellte (vergl. Vers. XXIX, XXXII, XXXIV und XXXV). Uebrigens sprechen auch schon die Versuche, in welchen wir beide Knickungen zugleich beobachteten, hier genügend für sich. Läge der Fall, an welchen man denken könnte, wirklich vor, dass nämlich eine ohngefähr der Mitte des Nerven entsprechende Knickung durch die anomalen Zuckungen in unsere beide Knickungen gleichsam zerfällt erschienen wäre, so hätte ein einziges Mal wenigstens doch unter so vielen Versuchen jene mittlere Knickung in ihrer wahren Grösse und in ihrer wahren Gestalt sich zeigen müssen; wo in einem Versuche die Knickung offenbar langsam wuchs, hätten doch endlich einmal die die Mitte der Knickung verdeckenden tetanischen Contractionen wieder einfachen Zuckungen Platz machen müssen; die Zuckungsgrössen bei den tetanischen Contractionen

---

fung unterzogenen Nervenstellen die Stromstärken und, da der metallische Widerstand unseres Inductionskreises dem Widerstande eines 3 Mm. langen Nervenstückes gegenüber gewiss nicht ganz verschwindet, auch die erregenden Stromdichten. Allein die Veränderungen der Stromdichten sind gewiss nur so gering, dass die Grenzwerthe des Err., innerhalb welcher die tetanisirende Wirkung des Stromes eintritt für alle Stellen des Nerven doch ohngefähr die gleichen sind. Und die ganz geringen Verschiedenheiten der Grenzwerthe an den verschiedenen Stellen des Nerven vernachlässigen wir hier.

hätten doch nicht immer gerade der Curve Fig. 6 entsprechen können, sie hätten doch auch einmal zu gross oder zu klein sein müssen u. s. f. Ich unterlasse es, in dieser Weise weiter zu gehen: wo beide Knickungen zugleich zur Beobachtung kamen, hat eine jede dasselbe Verhalten gezeigt, wie in den Fällen, wo die betreffende Knickung allein auftrat, und bei diesen letzteren Versuchen ist natürlich jeder Verdacht der Täuschung vollkommen ausgeschlossen.

Ich habe aber noch ein Ergebniss der vorliegenden Untersuchung anzuführen, das ich wirklich nicht ganz von dem Verdachte der Täuschung durch anomale Zuckungen befreien kann und deshalb von den übrigen Ergebnissen getrennt und bis hierher aufgespart habe. Ich habe bei einigen Versuchen an langen Nerven, bei welchen die Knickungen der Curve erst spät eintraten und nur langsam wuchsen, mehr oder weniger deutlich eine dritte Knickung der Curve beobachtet, derzufolge zwischen den beiden an der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes und an der Theilungsstelle befindlichen ausgezeichneten Punkten noch ein dritter und zwar dem oberen Punkte näher gelegener ausgezeichneter Punkt existiren würde. So hat z. B. eine Prüfungsreihe inmitten eines Versuches, welchen ich blos zu dem Zwecke nicht ganz hier anführen mag, ergeben:

(U) 7,0 — 7,0 — 6,9 — 6,6 — 6,4 — 6,5 — 6,8 — 6,8 — 6,8 — 6,7 — 6,0 — 6,2 — 6,4 — 6,7 — 6,1 — 5,7 — 6,6 — 6,5 — 6,5 — 6,5 (O).

In diesem Versuche, wie auch in den anderen hierher gehörigen Versuchen, kam die dritte Knickung eben nur in einer Prüfungsreihe zum Vorschein und war schon in der folgenden Reihe mit einer der beiden anderen Knickungen verschmolzen. So erklärlich es hiernach ist, dass die dritte Knickung sich überhaupt nur in sehr wenigen Versuchen gezeigt hat, und so sehr auch der Umstand, dass die zwischen der dritten und den anderen Knickungen gelegenen Stücke der Curve immer der Curve Fig. 6 entsprochen haben, dafür spricht, dass wir es mit drei wahren Knickungen zu thun hatten, so vermag ich doch nicht, wie gesagt, den Einwand ganz zu entkräften,

dass in den betreffenden Fällen nur eine durch tetanische Contractionen bewirkte Zerfällung einer unserer beiden ersten Knickungen vorgelegen habe, und es wird deshalb das eben Mitgetheilte nur als Fingerzeig für künftige, an der Hand einer hier günstigeren Methode (s. u.) anzustellende Untersuchungen anzusehen sein.[1])

Nachdem wir im Vorstehenden die Einwände beseitigt haben, welche gegen die Sicherheit der auf S. 27 und 28 aus den Versuchen gezogenen Schlüsse sich hätten erheben lassen, haben wir uns jetzt danach umzusehen, wie viel von den beobachteten Wirkungen der ausgezeichneten Punkte auf Rechnung der Prüfungen zu setzen ist. Selbstverständlich kann das schnellere Sinken der Err. der ausgezeichneten Stellen nicht durch die Prüfungen herbeigeführt sein, da ja alle Stellen des Nerven gleich stark und gleich oft, sowohl unmittelbar wie mittelbar, erregt worden sind: wohl aber können die Erregungen jenes schnellere Sinken noch beschleunigt haben. Von dem Augenblicke an, wo das Err. einer ausgezeichneten Stelle des Nerven kleiner geworden ist als die gleichzeitigen Err. aller nicht zu den Gruppen gehörigen Stellen, ist die ausgezeichnete Stelle, deren Err. früher Null wird, gewissermassen als weniger leistungsfähig zu betrachten, und es werden sie daher die gleich starken und gleich häufigen Erregungen doch mehr als die anderen Stellen erschöpft haben können. Hiernach wird der beobachtete Unterschied im Verhalten der gleichzeitigen Err. einer ausgezeichneten und einer nicht zu den Gruppen gehörigen Stelle immer grösser als der wahre Unterschied gewesen sein, und zwar um so grösser, je grösser

1) Es ist als selbstverständlich nicht besonders angemerkt worden, dass auch in dem Endstücke der Curve des einzelnen Versuches die kleinen Unregelmässigkeiten (II, S. 440), wie im Anfangsstücke (s. oben S. 25), sich finden. In der 7. und 8. Prüfungsreihe des Vers. XXV und in der 5. und 6. Prüfungsreihe des Vers. XXVII sind die Unregelmässigkeiten grösser als in allen anderen Versuchen, was davon herrühren kann, dass so zahlreiche Prüfungen voraufgegangen sind. Es ist jedoch auch möglich, dass hier hin und wieder tetanische Contractionen mit untergelaufen sind.

der wahre Unterschied war. Wenden wir das, was eben für eine einzelne ausgezeichnete Stelle durchgeführt worden ist, auf die ganzen Gruppen ausgezeichneter Stellen an, bei welchen jedes Mal die mittelste Stelle für die am wenigsten leistungsfähige und die anderen Stellen für um so leistungsfähiger anzusehen sind, je weiter sie vom Mittelpunkte der Gruppe entfernt sind, so können wir den Einfluss der Erregungen dahin zusammenfassen, dass diese einmal die Tiefenzunahme der Knickungen der Curve im Ganzen beschleunigt und sodann noch jede Knickung von ihren beiden Enden aus gegen die Mitte hin steiler abfallend gemacht haben. Mit anderen Worten, die Zunahme der Geschwindigkeit bei dem durch die Wirkung der ausgezeichneten Punkte bedingten Sinken des Err. erfolgt in Wahrheit nicht so rasch, wie es nach den hier vorliegenden Versuchen scheint.[1])

Der Umstand, dass die obersten ca. 10 Mm. des Nerven unseren Prüfungen unzugänglich waren, ist, so weit es sich um die Hauptveranlassung unserer Untersuchung handelt, gar nicht störend gewesen. Denn wenn wir auch die Gleichheit der gleichzeitigen Err. sogleich nach der Trennung des Nerven nur für alle die Stellen des Nerven haben experimentell feststellen können, welche weiter als 10 Mm. von der Wirbelsäule entfernt sind, so folgt doch aus unserer früheren Erfahrung (II, S. 466. 7.), dass die Curve der gleichzeitigen Err. in Bezug auf den Nerven als Abscissenaxe eine in einem Intervall, dessen mehrfache Länge 43 Mm. beträgt, genau sich wiederholende Gestalt besitzt, jetzt unmittelbar, dass eben die gleichzeitigen Err. aller Stellen des Nerven zu der mehrfach genannten Zeit von gleicher Grösse sind. Uebrigens würde bei einer Wiederholung der Untersuchung die Thatsache sich vielleicht auch für die alleroberstenStellen des Nerven experimentell feststellen lassen, wenn man ein aus dem Gastroknemius, dem Ischiadicus und der ganzen Wirbelsäule bestehendes

1) Die Vergleichung der vorliegenden Versuche mit den früheren, welche uns die Existenz der ausgezeichneten Punkte verrathen haben (II, S. 476 ff.), schieben wir bis zu einer späteren Stelle auf, wo wir uns etwas freier in der Discussion werden bewegen können.

Präparat benutzte. Da reflectirte Zuckungen bei diesem Präparate nicht zu fürchten sind (vgl. oben S. 12 Anm.), so bleibt nur das Bedenken bestehen, es möchten hier die an den Rückenmarksnerven angelegten Querschnitte ein frühes Absterben auch der tiefsten Theile des Rückenmarkes veranlassen. Sollte dieses Bedenken aber sich als thatsächlich unbegründet herausstellen, so würden die Versuche dann noch den Vorzug vor den unserigen haben, dass sie über die augenblicklich noch fragliche Existenz oder Nichtexistenz eines ausgezeichneten Punktes in dem alleroberstenStücke des Nerven sicheren Aufschluss verschafften.

Stellen wir zum Schlusse die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zusammen, so sind es folgende:

1) Unmittelbar nach der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus sind die gleichzeitigen Erregungsmaxima aller Stellen des Nerven von gleicher Grösse. Unsere Kenntniss der zeitlichen Veränderungen des Erregungsmaximum am Nerven (II, S. 467), bei welcher diese Thatsache allein vorausgesetzt war, ist demgemäss richtig.
2) Von einer gewissen Zeit nach der Trennung des Nerven an gehen von den beiden ausgezeichneten Punkten am Nerven, von welchen der eine an der Abgangsstelle des stärksten Oberschenkelastes, der andere an der Theilungsstelle gelegen ist, nach beiden Enden des Nerven hin Wirkungen aus, welche der Wirkung des Querschnittes (II, S. 475) ganz analog sind. Es fügen sich diese Wirkungen der ausgezeichneten Punkte ebenso, wie die Wirkung des Querschnittes in dem Falle, dass an dem Nerven ein Querschnitt angelegt ist, zu den zeitlichen Veränderungen, welche die Erregungsmaxima aller Stellen des Nerven in gleicher Weise betreffen (II, S. 469. 70 u. S. 475), hinzu.

Berlin, Juli 1861.

Ueber die Metamorphose der *Actinotrocha branchiata*.

Von

Dr. Anton Schneider.

(Auszugsweise mitgetheilt in den Monatsberichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 24. Oct. 1861, durch Herrn W. Peters.)

(Hierzu Taf. I. und II.)

Actinotrocha branchiata wurde 1845 von Joh. Müller in Helgoland entdeckt (Müller's Archiv 1846. S. 103. Taf. V. Figg. 1 u. 2). Es war das Jahr, in welchem er seine erfolgreichen Forschungen über die pelagischen Larven und ihre Metamorphose begann. Müller hielt das Thier am ersten den Turbellarien verwandt und den Schlauch nebst den anderen in der Leibeshöhle befindlichen Gebilden für die Anlage der Geschlechtsorgane. Im folgenden Jahre beobachtete es R. G. Wagener, ebenfalls in Helgoland, wohin er Müller begleitet hatte. Er gab eine treue Ansicht des ganzen Thieres und beschrieb zuerst die äussere Ausmündung des gewundenen Schlauches sowie die zweite Reihe von Tentakeln (Müller's Archiv 1847, S. 202, Taf. IX).[1]) Joh. Müller nahm von diesen Untersuchungen Gelegenheit, sich wieder dahin auszusprechen, dass eine Metamorphose der *Actinotrocha* „zufolge ihres Baues nicht ganz wahrscheinlich sei“ (1ste Abhandlung über die EchinodermenLarven. Berlin 1848. S. 1). Nachdem er jedoch das Thier wiederholt beobachtet hatte, bemerkte er, dass dasselbe niemals, weder im Herbst noch im Frühjahr, Eier oder Zoo-

---

1) Herr Dr. Möbius in Hamburg hatte die Güte, mir diese beiden Bände des Archivs nach Helgoland zu schicken. Ich kann nicht unterlassen, ihm dafür nochmals zu danken.

spermien besitze, also jedenfalls unreif sei. Dass es aber, wie v. Siebold vermuthete, eine *Bipinnaria*, oder wie Agassiz die Larve einer *Doris* sein könne, erklärte er für unzulässig (Monatsberichte der Akademie zu Berlin, 1851, S. 468). *Actinotrocha* blieb räthselhaft und schien ihm später gleich einer Reihe anderer pelagischer unreifer Formen so eigenthümlich, dass sie entweder grossen Veränderungen unterliegen müsse oder auch in ihrer reifen Form eigenthümlich und neu sein (6te Abhandlung über die Echinodermen-Larven, Berlin 1853, S. 35). Im Winter 18⁵²/₅₃ beschäftigte sich damit Gegenbaur in Messina (Siebold u. Kölliker's Zeitschrift, Bd. V, S. 347). Von den drei Exemplaren, welche ihm überhaupt zu Gebote standen, hielt er das eine drei Wochen am Leben und versuchte dessen Entwickelung zu beobachten. Allerdings bemerkte er mancherlei Veränderungen. Es sind, wie wir sehen werden, freilich nur pathologische. Hätte ihm aber hinreichendes Material zu Gebote gestanden, so würde er wahrscheinlich auch zu dem richtigen Resultate gelangt sein. So aber blieb Alles zweifelhaft. In den Betrachtungen, die er daran anknüpft, erwog er jedoch unter anderen bereits die Möglichkeit, dass bei *Actinotrocha* ähnlich wie bei den Echinodermen-Larven eine innere Knospenzeugung stattfinde. Es war Gegenbaur unbekannt geblieben, dass Müller bereits selbst seine ursprüngliche Ansicht über die *Actinotrocha* modificirt hatte. Müller wurde dadurch veranlasst, eine historische Auseinandersetzung seiner Ansichten über diesen Gegenstand zu geben (Müller's Archiv, 1854, S. 84). Krohn fand die von Gegenbaur beobachtete Species wieder (M. Archiv, 1858, S. 293). Er erkannte zunächst, dass sie nicht, wie Gegenbaur geglaubt hatte, mit *Actinotrocha branchiata* identisch sei, sondern davon verschieden, hauptsächlich durch den grösseren Umfang des Räderorgans und den Mangel der Pigmentflecken. Dann aber machte nun Krohn die wichtige Entdeckung, dass sich diese *Actinotrocha* in einen $2\frac{1}{2}'''$ langen Wurm verwandele, welcher allem Anschein nach zu den Gephyreen gehört. Nur an zwei Exemplaren gelang es ihm, die Verwandlung zu sehen. Ausserdem geschah der Uebergang so schnell, dass er im Wesent-

lichen nur das Resultat berichten konnte. Was den Verlauf der Entwickelung betrifft, so erkannte Krohn die Entstehung der Blutkörper aus den blutrothen Zellhäufchen der Larve, im Uebrigen aber glaubte er, die eigenthümliche Körpergestalt des Wurmes aus dem Schwinden des Kopfschirms, des Räderorgans, und einer Veränderung in der Stellung der Tentakeln erklären zu können. Leukart bei Gelegenheit seines Berichts über die eben erwähnte Abhandlung Krohn's theilte mit (Leukart Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während des Jahres 1858. Wiegmann's Archiv 1859, 2. Band, S. 232), dass er in Gemeinschaft mit Pagenstecher Gelegenheit gehabt habe, Krohn's Beobachtungen bei *Actinotrocha branchiata* zum grossen Theil zu bestätigen. Sie sahen nämlich, dass bei einem grösseren Exemplare der Schirm über Nacht bis zu einem unbedeutenden Wulst geschwunden war, und dass auch die grösseren Tentakeln desselben ein gleiches Schicksal hatten. Auch erkannten sie einige Stadien der Entstehung der Blutgefässe in der *Actinotrocha*. Den Wurm selbst haben sie nicht gefunden.[1])

Als ich mich im August und Anfang September dieses Jahres in Helgoland aufhielt, erschien die *Actinotrocha branchiata* in grossen Mengen und ich versuchte es, weitere Aufschlüsse über die Entwickelung derselben zu erhalten. Vor Allem schien es mir wünschenswerth, den Hergang der Metamorphose festzustellen. Wie es bereits meine Vorgänger gethan, setzte ich eine Anzahl Larven in grössere Gefässe. Die Larven verhielten sich sehr verschieden. Drei derselben waren nach kurzer Zeit, meist am anderen Tage, in einen jungen Sipunculiden verwandelt, und so schnell war die Verwandlung, dass ich ihr nie hatte folgen können. Die anderen und zwar der bei weitem grössere Theil lebten sehr lange in der Gefangenschaft. Sie

---

1) Die eben erwähnte Mittheilung von Leukart und Pagenstecher ist mir bei der Abfassung des Auszugs für den Monatsbericht der Akademie entgangen. Herr Prof. Leukart hatte die Güte, mir einige nähere Aufklärungen über seine Beobachtungen zu geben und mich auf seine Mittheilung aufmerksam zu machen.

nahmen dabei an Grösse sichtlich ab, die Tentakel wurden zu kleinen Stummeln, der Kopfschirm und das Räderorgan verschwanden fast ganz. Sie erlitten alle die Veränderungen, welche Gegenbaur an seiner Larve bereits ausführlich beschrieben hat. Es sind aber diese Vorgänge wesentlich verschieden von dem Gange der normalen Entwickelung. Wie sich denn auch solche Thiere nie zu einem Wurme entwickelt haben. Es schien mir daraus hervorzugehen, dass man die Larven zu jungen Würmern nur dann in Gläsern erziehen kann, wenn sie schon im Freien den höchsten Grad der Reife erlangt haben. Alle anderen machen in Gläsern nur Rückschritte. Den Grund braucht man nicht weit zu suchen. Die *Actinotrocha* ist sehr gefrässig. Ihre Nahrung, bestehend in Peridinien, Diatomeen und Algensporen, mit denen der Magen immer reichlich gefüllt ist, kann man ihr in den Gläsern nicht frisch und in hinreichender Menge darbieten. Nun lässt sich aber, soweit meine Kenntniss reicht, den Actinotrochen nicht ansehen, ob sie völlig reif zur Entwickelung sind, der Erfolg der künstlichen Zucht bleibt also immer sehr unsicher.

Mittlerweile fand sich jener künstlich gezogene Sipunculid auch im freien Meere. Ich untersuchte nun ausschliesslich den mittelst des feinen Netzes erhaltenen Auftrieb und fand auch alle Entwickelungsstufen in ziemlicher Menge. Allerdings sind die letzten Stadien und der fertige Wurm nicht so häufig, als man nach der Menge der Larven vermuthen sollte. Die letzte Entwickelung scheint nach Allem sehr schnell zu verlaufen und der fertige Wurm bald zu Boden zu sinken.

Der Verlauf der Entwickelung ist kurz folgender: Auf der Bauchseite der *Actinotrocha* hinter dem Raume zwischen den beiden mittelsten Tentakeln knospt ein Schlauch, welcher auf der einen Seite blind geschlossen, auf der anderen nach aussen mündet. Der Schlauch wächst und erfüllt in vielen Windungen die Leibeshöhle. Kurz vor seinem blinden Ende ist er an den Darm angeheftet und zwar am Hinterende des Magens. Nun stülpt sich der Schlauch nach aussen in der Weise des Fühlers einer Schnecke

und zieht den Darm in sich hinein. Die Leibeswand der *Actinotrocha* schwindet, bis auf einen Theil der Tentakeln und das Stück, welches hinreicht, den Schlauch zu schliessen. Mund und After kommen an das Vorderende zu liegen.

Es wird das Verständniss der Details erleichtern, wenn wir eine Beschreibung des Wurms vorausschicken, wie er zunächst aus der Larve hervorgeht. Schon Krohn hat (l. c.) den aus seiner *Actinotrocha* hervorgehenden Wurm genauer beschrieben. Während ich mit diesen Untersuchungen in Helgoland beschäftigt war, erschien im Augusthefte dieses Archivs (R. u. D. Archiv, 1861, S. 537) die Beschreibung eines ganz ähnlichen Gephyreen von Claparède. Er fand denselben im Auftriebe des feinen Netzes in Lamlash Bay (Schottland). Claparède konnte nicht leicht vermuthen, dass derselbe von einer *Actinotrocha* herstammte, wie nun wohl sehr wahrscheinlich ist. Meine Angaben stimmen mit denen Claparède's vollkommen überein. Die zu erwähnenden geringen Abweichungen sind nur der Verschiedenheit der Species zuzuschreiben. Einen hierhergehörigen Wurm hat auch Joh. Müller, worauf Krohn zuerst aufmerksam machte, bereits erwähnt. (3te Abhandl. üb. d. Echinodermenlarven. Berlin 1850. S. 36.)

Unser Wurm ist je nach dem Contractionszustande 1,5 bis 3''' lang. Krohn's Species misst 2,5''', Claparède's 1 Mm., so klein wie die letztere kommt die unsere nie vor. Der Körper ist cylindrisch. Am Vorderende steht ein Kranz von Tentakeln. Innerhalb des Tentakelkranzes, dem Rande genähert, liegt der Mund. Der After liegt ebenfalls nahe am Vorderende, doch etwas hinter dem Tentakelkranze. Hierdurch ist nun Bauch- und Rückenseite bestimmt. Die Afteröffnung selbst habe ich nie sehen können, da sie immer geschlossen scheint, doch begiebt sich der Mastdarm unveränderlich an diese Stelle Claparède sah den After deutlich und seine Angabe ist um so wichtiger, als Krohn den After am Hinterende vermuthete, und hierdurch die Stellung des Wurmes im Systeme entschieden wird. Die Zahl der Tentakeln ist 24, wie ich mich durch Zählung an mehreren Exemplaren versichert zu haben glaube.

Es ist schwer, darüber gewiss zu werden, da man das Vorderende etwas zerstückeln muss. Ich kann mich höchstens um 2 kleinere geirrt haben. Die Tentakeln stehen in einer doppelten Reihe. Vom Bauch nach dem Rücken zu werden sie allmählig grösser, bilden also 2 symmetrische Büschel. Ihre Oberfläche ist mit ziemlich langen Wimpern besetzt, die mitunter lange Zeit still stehen. Die übrige Körperoberfläche ist mit kürzeren Wimpern besetzt, welche ununterbrochen in Thätigkeit sind. Nur das Hinterende ist unbewimpert. Es ist eichelförmig angeschwollen und mit kleinen Warzen besetzt, wie bereits Krohn erwähnt. Der Wurm kann sich damit festhalten. Bei Claparède erstreckt sich die Bewimperung auch auf das Hinterende. Soweit die Bewimperung reicht, steckt der Wurm in einer durchsichtigen, homogenen, leicht quergefalteten Röhre. Nach hinten geht die Röhre scheinbar in die äusserste Haut über. Von ihrer Bildungsweise kann ich Nichts aussagen. Die Oberfläche der Röhre ist jedenfalls klebrig. Hält man den Wurm längere Zeit in Gefässen, so sammeln sich alle Staubtheilchen darauf an. Es wird dadurch die Beobachtung nicht bloss sehr erschwert, sondern auch die Anhäufung von Pilzen und Infusorien befördert und so der Tod herbeigeführt. Diese Röhre wird von Krohn und Claparède nicht erwähnt.[1]) Der Oesophagus ist zuerst von etwas grös-

1) In keiner mir bekannten Beschreibung von Sipunculiden finde ich ein solches Gehäus erwähnt. Es ist möglich, dass es häufiger vorkommt und nur bis jetzt zu wenig beachtet ist. Nur einmal finde ich eine Bemerkung, welche darauf zu beziehen ist, bei Forbes in der Beschreibung des *Sipunculus Bernhardus* (A history of british Starfishes, p. 253). Nachdem er erwähnt, dass diese Species in leeren Schneckenschaalen wohnt, fährt er fort: „The *Sipunculus* is not however content with the habitation built for it by its molluscan predecessor, it exercices its own architectural ingenuity and secures the entrance of its shell by a plaster work of sand leaving a round hole in the centre sufficiently large to admit the protrusion of its trunk which it sends out etc.“ Auch Krohn bemerkt eine Eigenschaft seines Wurmes, welche auf Gehäusbildung hindeutet. Er sagt von dem angeschwollenen Hinterstücke: „Seine unebene, gleichsam warzige Oberfläche scheint von einem klebrigen Schleime überzogen, in den sich leicht fremde Körper einbetten.“

serem Durchmesser, dann bildet er einen Absatz, verengert sich und sein Lumen ist kaum mehr sichtbar. Etwas hinter der halben Leibeslänge geht er in den sehr erweiterten Magen über. Aus dem Magen entspringt der Mastdarm, der nur ein kurzes Stück nach hinten geht, dann nach vorne umbiegt und gerad nach dem After läuft. Die äussere Gestalt des Tractus weicht ziemlich ab von der bei Claparède beschriebenen. Auf der vorderen Fläche des Magens, nach der Bauchseite zu, sitzt ein schwarzer Körper, der an der Leibeswand angewachsen ist. Da auch der unsere an die Leibeswand stösst, so werden sie wohl identisch sein. Es hat dieser Körper eine gewisse Wichtigkeit, da er, wie sich weiter ergeben wird, schon in der *Actinotrocha* vorhanden ist. Claparède hat ihn näher untersucht, er besteht nach ihm aus einer schwärzlichen Masse mit darin eingebetteten hellen Kugeln. Es berichtigt diese Angabe einen Fehler, welchen ich in meiner Beschreibung gemacht haben würde. Ich hielt diesen Körper für eine Anhäufung von Fetttröpfchen und so habe ich es auch gezeichnet. Allein ich glaube mich zu besinnen, dass Claparède Recht hat. Die Kugeln sind in der *Actinotrocha* sehr klein, sie sind von einer dünnen Schicht Pigment umlagert und so ist mir jene Verwechslung erklärlich. Zur Substanz des Magens gehört jedoch dieser Körper wenigstens bei dem Wurm der *Actinotrocha branchiata* sicher. Der letzte Theil des Tractus ist schwer zu sehen. Schon die bogenförmige hintere Umkehrung bemerkt man nur unter günstigen Stellungen. Den Theil des Mastdarms, welcher vom Magen bedeckt ist, habe ich nie sehen können. Der letzte Theil ist ebenfalls oft unsichtbar; mitunter aber und besonders, wenn er Faeces enthält, sehr deutlich. Es ist deshalb wohl möglich, dass dieser Theil des Tractus in Krohn's Species vorhanden ist, wenn er auch bisher nicht gesehen wurde.

Das Gefässsystem besteht aus 2 Längsstämmen. Krohn und Claparède nennen sie übereinstimmend Bauch- u. Rückengefäss. An unserer Species ist die Lage derselben nicht mit Bestimmtheit festzustellen. Sie begleiten Darm, Oesophagus und Magen. Da der Oesophagus sehr dünn ist, liegen sie hier so nahe an einander, dass man von einer Bauch- und Rückenlage nicht reden

kann. An dem sehr undurchsichtigen Magen kann man ihren Lauf nicht verfolgen. An der hinteren Darmbiegung angelangt, gehen die Gefässe, die nun weit auseinander getreten sind, bogenförmig in einander über. Dieser Bogen ist, wie bei Claparède, mit langen, coecumartigen Ausläufern besetzt, die sich lebhaft contrahiren. Claparède schreibt denselben die Wirkung eines Herzens zu. Indess hat es mir geschienen, dass die Blutbewegung eher von einer allgemeinen Contraction der Gefässstämme herrührt. Auch auf dem Magen glaube ich solche blindsackartige contractile Gefässäste bemerkt zu haben. Krohn hat bereits dieselben blindsackartigen Ausläufer des Gefässsystems beschrieben, nur ist die Anordnung derselben an seiner Species etwas anders. Am Vorderende treten die Gefässe in die Tentakeln und stehen mit dem Hohlraum derselben in Verbindung. Wie dies aber geschieht, ist mir nicht klar geworden. Claparède sagt, dass die Gefässe „vorn durch eine einzige grössere Schlinge in einander übergehen." Auf seiner Abbildung theilt sich aber der eine Stamm vorn in zwei Aeste. Etwas ähnliches habe ich ebenfalls bemerkt. Ich übergehe es, die hier möglichen Fälle zu erörtern, da nur die Beobachtung entscheiden kann. Das Blut ist durch seine Blutkörper roth gefärbt, es strömt regelmässig in dem einen Gefässe nach den Tentakeln, hält sich im Innern etwas auf und geht in dem anderen Gefässe zurück. Der Strom scheint seine Richtung nie zu verändern, seine Schnelligkeit ist jedoch ungleich. Krohn sah das Blut ebenfalls in die Tentakeln eintreten, der Strom schwankt nach ihm in den grossen Gefässen hin und her. Claparède erwähnt den Eintritt des Blutes in die Tentakeln nicht.

Die Structur der Leibeswand werden wir bei der Entwickelung besprechen, sie gleicht völlig der der Sipunculiden, nur ist die Cutis noch sehr dünn, bloss durch das Wimperepithelium repräsentirt.

Wir gehen nun zur Entwickelungsgeschichte über.

Knospung des Schlauches.

Nach Leukart und Pagenstecher entsteht der Schlauch,

wenn die Larve schon 1,5 Mm. misst, als eine paukenförmige Aufwulstung auf der inneren Körperwand. Da die Tentakeln der *Actinotrocha* allmählig sprossen, so kann man nach der Zahl derselben das Alter der Larve genauer bestimmen. An Exemplaren, welche erst zwölf Tentakeln im Ganzen besassen, war noch keine Spur des Schlauches zu finden. Das früheste Stadium beobachtete ich an einem Exemplare mit 20 Tentakeln. Seine Gestalt gleicht dann einer Flasche mit kurzem Hals und flachem Boden. Die Mündung ist eng, elliptisch quergestellt. Man kann an demselben 2 Schichten erkennen, eine innere, dickere, scheinbar homogene und eine äussere, aus kleinen Zellen bestehend. Bei einer Ansicht von der Bauchfläche sieht man von der Mündung aus genau nach hinten und vorn eine Linie verlaufen. Ich kann jedoch nicht angeben, ob die Linie in der Leibeswand, auf dem Schlauche, oder auf dem Darme verläuft. In dem jetzigen Stadium ist auch noch der Schlauch durch Druck leicht hervorzustülpen. Er nimmt dann eine 2flüglige Gestalt an, indem sich, jener Linie entsprechend, eine Vertiefung auf der Mitte bildet. Es bleibt somit die erste Entstehung des Schlauches noch zu ermitteln. Aber auch sein Wachsthum habe ich nicht weiter verfolgt. Sobald der Schlauch seine volle Grösse erreicht hat, kann man daran folgende Schichten unterscheiden. Zu äusserst — auf der visceralen Fläche — eine Schicht kleiner Zellen mit undeutlichen Kernen. Darunter Längsfasern von ziemlicher Breite. Sie liegen nicht dicht an einander, die Zwischenräume werden ebenfalls von den kleinen Zellen erfüllt. Darunter liegen Querfasern, welche immer dicht an einander stossen. Die innerste Schicht, die künftige Epidermis, kann man nicht erkennen. Querschnitte lassen sich nicht machen, da die Substanz sehr weich ist. Was die äussere Gestalt des Schlauches betrifft, so ist er platt, durchgehends von gleicher Breite. Das hintere Ende ist abgerundet und eichelförmig. Dieses eichelförmige Stück ist in seinem Bau eigenthümlich. Quer- und Längsfasern sind daran nicht mehr zu unterscheiden. Er besteht aus einer mehr gleichförmigen Zellmasse. Die Bewegungen des Schlauches sind deutlich.

Entstehung des Gefässsystems.

Die beiden Gefässstämme entstehen als ein zelliger Belag auf der Darmwand. Wagener hat diese Zellen bereits bemerkt, glaubt aber, dass sie die gesammte Darmfläche überziehen. Dies ist aber keineswegs der Fall. Nur ein schmaler Streif zieht sich auf dem Rücken des Oesophagus und des Magens hin. Er entspricht beiden Gefässen, eine mittlere Linie deutet die Trennung an. Schon jetzt contrahirt sich die Gefässanlage wellenförmig. Diesen Contractionen glaube ich auch die Querlinien zuschreiben zu müssen, die man an dem Streifen, mitunter sehr deutlich, mitunter nur schwach bemerkt. Die Zellen, aus welchen die Gefässanlage besteht, sind sehr ähnlich denen, welche wir oben als die viscerale Schicht des Schlauches beschrieben haben. Einen anderen Theil des Gefässsystems bemerkt man an der Stelle des Darmes, wo der Magen in den Mastdarm übergeht. Es ist ein Büschel von Zotten oder Blindsäckchen, die vollkommen das Aussehen und die Art der Bewegung besitzen, wie die Ausläufer am hinteren Gefässbogen des Wurmes. Leukart und Pagenstecher haben diese Blindsäckchen ebenfalls bemerkt, ohne etwas Näheres über ihre Anheftungsstelle anzugeben. Die Blutkörper und das vordere Ringgefäss entstehen aus 2 Haufen der schon erwähnten kleinen Zellen, die beiderseits an der Mündung des Schlauches stehen. Diese Haufen sind anfangs farblos, erst an ganz ausgebildeten Larven erhalten sie die rothe Farbe. Bereits Wagener hat sie beschrieben. Ihre Bedeutung als künftige Blutkörper hat Krohn zuerst erkannt.[1]) Die Art, wie sich dieselben zum Ringgefäss anordnen, habe ich in zwei Stadien beobachten können. Einmal fand ich die Häufchen noch in ihrer ursprünglichen Gestalt, aber durch eine Brücke ebenfalls rother

---

1) Leukart und Pagenstecher sagen: „An bestimmten Stellen bildet sich eine Einlagerung von rothen Körnchen in der Wand des Darmes, die diesen allmählig zu einem beutelförmigen Hohlraume auftreibt, zu einem Gebilde, das bereits zu einer Zeit, in der es noch völlig geschlossen ist, ganz kräftige Zusammenziehungen erkennen lässt." In die Wand des Darmes eingelagert ist kein Theil des Gefässsystems am wenigsten lässt sich das von den rothen Zellen behaupten.

Zellchen verbunden. Sie lagen, wie dies Fig. 7 zeigt, an einem herauspräparirten Oesophagus nahe am Munde. Es hat diese Lage nichts Auffallendes. Die Zellhaufen sind wahrscheinlich mit dem Oesophagus durch Fasern verbunden, deren Zuge sie nach Aufhebung der anderen Verbindungen folgten. Das andere Stadium ist Fig. 8 abgebildet. Die rothen Zellen liegen nicht mehr in den beiden Haufen, sondern in einem Bogen, welcher der Basis der Tentakeln folgt. Die Zellen bilden in regelmässigen Abständen kleine Anhäufungen, so dass das Ganze wie ein Stück eines gezahnten Rades aussieht. Ich glaube, dass man das zweite Stadium wohl als eine weitere Ausbildung des ersten auffassen kann. Noch kann man keine Membran erkennen, welche die Contour des Ganzen einschliesst. Schon durch leisen Druck lassen sich die Zellchen loslösen. Sie schwimmen dann frei in der Leibeshöhle und treten häufig in den Hohlraum der Tentakeln.

Veränderungen des Darmes.

In der Structur des Oesophagus und Magens habe ich keine Veränderungen wahrnehmen können. Wohl aber am Mastdarm. Während derselbe anfangs ganz dasselbe Ansehen bietet, wie die übrigen Theile des Darmes, verändert er später seine Structur von dem Punkte an, wo die Blindsäckchen sprossen. Er wächst offenbar, da er sich in mehreren Krümmungen zusammen legt, während er früher fast gestreckt verläuft. Er ist ferner contrahirt, so dass von seinem vorher ziemlich weiten Lumen Nichts zu bemerken ist. Sein Gewebe besteht aus Zellen, die zwar klein, aber doch immer erkennbarer sind, als am Magen, an welchem in der That Zellen nicht zu unterscheiden sind.

Tentakelkranz.

Der Tentakelkranz umgürtet die Larve je nach den verschiedenen Contractionen des Leibes bald in einem grösseren bald in einem kleineren Bogen. Ist der Bogen grösser, so reicht er weiter nach hinten und die grössere Zahl Tentakel scheint wie zu beiden Seiten des Leibes gestellt. Ist der Bogen kleiner, wie immer beim ruhigen ungestörten Schwimmen,

so stehen die Tentakeln mehr als ein Kreis um die Larve. Das hintere Leibesstück scheint dann grösser. In dieser letzteren Gestalt habe ich die Larve abgebildet, während Wagener's Abbildung (d. Archiv 1847, Taf. IX, Fig. 1) den anderen Zustand darstellt. Zuerst besteht der Tentakelkranz nur aus einer Reihe und zwar grosser Tentakeln. Sie sprossen nach einander, zu beiden Seiten des Rückens, so dass die kleinsten und jüngsten immer auf dem Rücken stehen. Sobald ihre volle Zahl — 24 — erreicht ist, sprossen hinter denselben und an ihrer Basis kleinere. Sie sind mehr glatt und zungenförmig, aber auch wie die anderen hohl und bewimpert. Wagener, der sie zuerst gefunden hat, giebt deren 16 an, je einer an der Basis eines grösseren, so dass an den 8 Rückententakeln keine stehen. In dieser Weise fand ich ihre Stellung und Zahl ebenfalls an gewissen Stadien der Larve. An einem späteren Stadium, demselben Exemplar, wo der Ring der Blutkörper so ausgebildet war, standen aber die Tentakel zweiter Reihe an der Bauchfläche zahlreicher und dichter. Wie man aus der Abbildung sieht, stehen die kleinsten in der Mitte des Bauches. Danach ist fast zu vermuthen, dass die Tentakel zweiter Reihe beiderseits neben der Bauchlinie sprossen und allmählig nach dem Rücken zu geschoben werden, also in umgekehrter Folge entstehen wie die Tentakel erster Reihe.

Da der Wurm, wie oben erwähnt, wenig mehr als 24 Tentakel besitzt, so können offenbar nicht alle Tentakel der Larve dazu benutzt werden, und ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass es ausschliesslich die Tentakel zweiter Reihe sind. Aus einer blossen Vergleichung der Form kann man den Tentakeln des fertigen Wurms nicht ansehen, welcher der ursprünglichen Reihen sie entnommen sind. Sie haben ungefähr die Gestalt der Tentakel erster Reihe, sind aber kleiner. Während der nun zu beschreibenden Uebergangszeit sieht man aber immer nur Tentakel von der Form der zweiten Reihe am Vorderende des Schlauches sitzen. Zuweilen bemerkt man darunter einzelne Tentakel erster Reihe, ich vermuthe jedoch, dass diese ebenfalls noch zum Abfalle bestimmt waren.

Ausstülpung des gewundenen Schlauches und Uebergang der *Actinotrocha* in den Wurm.

Wir sahen oben, dass man den Schlauch schon auf einem sehr frühen Stadium seiner Entwickelung künstlich hervorstülpen kann. Später kann man das nicht mehr. Aber mitunter stülpt sich der Schlauch von selbst aus, ohne die Eingeweide mitzunehmen. Diese Hervorstülpung, die man wohl als krankhaft bezeichnen kann, habe ich an einer Larve beobachtet, welche längere Zeit gefangen und deren Tentakel sehr reducirt waren. An Larven aus dem freien Meere habe ich sie nie beobachtet. Es scheint, dass Gegenbaur ebenfalls diese Art der Ausstülpung gesehen hat. Noch in einer anderen sehr auffälligen Weise kann der Schlauch aus der allgemeinen Körpercontour hervortreten. Wagener hat diesen Zustand sehr treffend beschrieben (a. a. O.): „Bei manchen Actinotrochen war der Theil der Bauchwand, welcher die Schlauchöffnung enthielt, in der Gestalt einer grossen Röhre fast so gross wie das Schwanzende des Thieres, vom Tentakelschurz an gerechnet, hervorgetrieben. Diese Röhre enthielt den besprochenen Schlauch."[1]) In diesem Zustande, den ich selbst an frisch gefangenen Larven oft beobachtet, kann man die Oeffnung des Schlauches nach Aussen sehr deutlich sehen. Ist der ausgewachsene Schlauch ganz im Innern, so wird es sehr schwer halten, seine Ausmündung zu sehen.

Kurz vor der Eichel ist das Hinterende des Magens an den Schlauch angewachsen. Die Verbindung lässt sich durch Reissen leicht trennen, es ist auch eine besonders dicke Gewebsschicht, die das Zusammenwachsen vermittelt, nicht zu bemerken. Jedenfalls existirt die Verbindung schon von Anfang an, wie auch aus unserer Abbildung der ersten Anlage des Schlauches hervorgeht. Bei der *Actinotrocha* Gegenbaur's ist die Verwachsung des Schlauches und Darms vielleicht eine innigere. Darauf scheinen wenigstens die Worte Gegenbaur's

1) Die Abbildung dieses Stadiums, Fig. 4, ist nach einer von Herrn G. R. Wagener bereits 1845 ausgeführten Zeichnung. Ich bin ihm zu grossem Danke verpflichtet, dass er mir dieselbe zur Veröffentlichung überlassen hat.

hinzudeuten: „Der Darm selbst sammt dem neugebildeten Appendix liegt nicht in der eigentlichen Leibeshöhle, sondern wird von einem weiten, die Contouren des Leibes wiederholenden Sacke eingeschlossen." Legt man den vollkommen ausgebildeten aber noch eingestülpten Schlauch durch Zerreissen der Larve frei, so sieht man schon die künftige Stellung der Tentakeln vorbereitet. Sie stellen sich nämlich alle an die Oeffnung des Schlauches und geben demselben die Gestalt des Wurmes. Nach all' diesen Vorbereitungen stülpt sich der Schlauch endlich hervor, das an der Oeffnung liegende Stück zuerst, das übrige folgt wie beim Hervorstrecken des Fühlers einer Schnecke. Die Larve scheint dabei schnell ihre eigenthümliche Gestalt zu verlieren. Das allmählige Eingehen des Kopfschirmes habe ich nicht verfolgen können. Immer fand ich die Leibeswand als einen unförmlichen Sack, der Mündung des Schlauches aufsitzend. Die grösseren Tentakeln schwinden nicht allmählig, sondern fallen ab. Dasselbe Schicksal hat der dicke Wulst um den After. Es bleibt der After aber noch immer für einige Zeit durch ein Büschel grösserer Cilien ausgezeichnet. Der Mund ragt bis zuletzt, selbst wenn der Sack verschwunden ist, auffallend hervor. Das hervorstehende Stück des Oesophagus geht am Mundrande in einer scharfen Biegung in die Leibeshaut über, welche den Oesophagus röhrenartig umgiebt. Dieser äussere Theil des kleinen Rüssels hat übrigens mit der Oesophaguswand grosse Aehnlichkeit in Dicke, Farbe, Lichtbrechung, so dass man fast vermuthen möchte, dass er ebenfalls mit in den Wurm durch Einstülpung hineingezogen und zum Oesophagus verwandt wird. Das Vorrücken des Magens in den Leibesschlauch kann man am besten an den schwarzen Blindsäcken erkennen, welche auf dem Magen aufsitzen und deren Structur wir oben bei der Beschreibung des Wurmes erörterten.

In diesem Stadium der unvollendeten Ausstülpung bietet die Larve einen verwickelten, zuerst sehr verwirrenden Anblick dar. Einzelne Stücke der Tentakeln und des Räderorgans haften daran, der Darm ist verschieden zusammengedrückt und mit der gewöhnlichen Nahrung gefüllt. Die Beobachtung wird

noch dadurch erschwert, dass die Haut desSackes sehr leicht zerreisst. Man darf deshalb nur vorsichtigdie aus dem Auftriebe daran haftenden fremden Körper entfernen und muss jeden Druck des Deckgläschens vermeiden.

Ich brauche nur noch zu erwähnen, dass der oben aufsitzende Sack allmählig verschwindet und nun der Wurm fertig ist.

Weitere Veränderungen des Wurmes.

In der oben beschriebenen Gestalt lebt der Wurm in Gefässen mit Seewasser längere Zeit fort. Nahrung habe ich ihm nicht verschaffen können, er schwindet nicht, wächst aber auch nicht. Nach Verlauf von 8—14 Tagen fangen die Tentakel an sich zu röthen. Ihre Structur wird undeutlich, die Wimpern verschwinden. Schliesslich nehmen die Tentakeln eine tief karminrothe Färbung an. Diese Veränderungen erstrecken sich auch auf das unmittelbar hinter den Tentakeln liegende Hautstück. Einmal schmolzen die Tentakeln auch zusammen und bildeten zwei schaufelartige Hörner. Das roth gewordene Stück ist abgestorben, nach einigen Tagen wird es abgeworfen und findet sich dann an der Oeffnung der Röhre. Diesen Vorgang habe ich an allen Exemplaren beobachtet, die ich lange genug aufbewahren konnte. Ich kann ihn nicht für pathologisch halten, da der Wurm sonst seinen vollen Turgor behält. Das vordere Ende hat nach dem Abwerfen eine Kugel-Gestalt angenommen, besitzt keine Quer- und Längsfasern, sondern besteht aus einer gleichmässig feinkörnigen Masse. Auf dem vorderen Pole der Kugel geht ein feiner Kanal nach Innen. Die Gefässe gehen innerhalb des kugelförmigen Knopfes einfach bogenförmig in einander über. Der Blutumlauf bleibt ununterbrochen. Von nun ab konnte ich das Schicksal des Wurmes nicht weiter verfolgen, da er immer nur noch wenige Tage am Leben blieb.

Schluss.

Es ist klar, dass man die Species unseres Wurmes in der Familie der *Anoteroprocta* Diesing[1]), also unter seinen Gat-

1) Systema Helminthum auctore C. M. Diesing. Wien 1851.

tungen *Sipunculus*, *Phascolosomum* und *Aspidosiphon* zu suchen hat. Enger begrenzen kann man das Gebiet nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen aber gewiss nicht. Denn wahrscheinlich wird sich im Aeussern und Innern des Wurmes noch Manches verändern. Die knopfartige Anschwellung ist vielleicht als der Anfang des Rüssels zu betrachten. Wo der After nach dem Abwerfen der Tentakel liegt, kann ich zwar nicht sagen; hat er seine alte Stellung behalten, so liegt er hinter dem Knopf. Sollte nun, wie zu vermuthen steht, der Knopf mehr in die Länge wachsen, so würden After und Mund weiter aus einander treten und die Stellung wie bei *Phascolosomum* und *Sipunculus* einnehmen.

Mit den schon bekannten Larven der Gephyreen, von *Sipunculus nudus, Phascolosomum, Echiurus*[1]) hat *Actinotrocha* und der daraus zunächst hervorgehende Wurm mit den Tentakeln, — den man als ein zweites Larvenstadium betrachten kann — in der Gestalt Nichts gemein. Da unser Wurm dem *Sipunculus* in seinem Bau offenbar nahe verwandt ist, so liegt ein Vergleich mit der so ausführlich bekannten Entwickelungsgeschichte des *Sipunculus nudus* nahe. Dass der Sipunculid der *Actinotrocha* durch Knospung gebildet wird, während der *Sipunculus nudus* durch einfache Metamorphose aus seiner Larve hervorgehen soll, hat zunächst nichts Auffallendes. Es sei mir aber erlaubt, darauf aufmerksam zu machen, dass der *Sipunculus nudus* vielleicht ebenfalls durch eine Knospung entsteht.

Die frühesten Stadien der Entwickelung des *Sipunculus nudus* sind nur von Krohn beschrieben worden (Müller's Archiv 1851, S. 368 u. ff.). Ohne die Beobachtungen eines so

---

Bd. II, S. 59. Später hat Diesing ein anderes System aufgestellt, in welchem diese Familie wegfällt. Diesing, Revision der Rhyngodeen. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse der K. Akademie d. Wiss. Wien. Bd. 37 (1859).

1) Die Larve des *Sipunculus nudus* ist mehrfach beschrieben durch Max Müller, Krohn, Keferstein und Ehlers, die von *Phascolosomum* durch Max Müller (Observationes anatomicae de Vermibus quibusdam maritimis. S. 22, Taf. II, 19—27), die von *Echiurus* durch Busch (Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger niederen Seethiere. S. 73, Taf. X, 5—13).

scharfen und bewährten Forschers im Mindesten zu bezweifeln, ist es doch möglich, dass sie etwas anders gedeutet werden müssen. Krohn beschreibt folgende Phasen der Entwickelung. Der Dotter des Eies ist von einer eng anschliessenden Haut umgeben, welche in deutlichen sechseckigen Feldchen wie die Cornea eines Insectenauges facettirt ist. In einem gewissen Abstande liegt um das Ei eine zweite Hülle mit Kernen. — Das Ei findet sich freischwimmend im Meere ohne die kernhaltige Hülle. Es scheint in der Furchung begriffen. Obgleich die facettirte Hülle in diesem Stadium nicht ausdrücklich erwähnt wird, ist sie jedoch gewiss vorhanden, da die Eier sich an derselben wohl erst erkennen liessen. — Das Ei ist in der Furchung weiter fortgeschritten, besitzt die facettirte Hülle; dieselbe ist aber mit langen Cilien besetzt. — Es bildet sich unter dieser Hülle die Larve aus, die Hülle zerreisst und die Larve mit Auge, Darm, Wimpergürtel etc. wird frei.

Gewiss ist es eine auffallende Erscheinung, wie Krohn selbst hervorhebt, dass die Hülle des ungefurchten Eies später als ein mit Wimpern besetztes Organ auftritt. Ist es aber auch sicher, dass die facettirte Wimperschicht des Embryo mit der Eihaut identisch ist? Da Krohn die verschiedenen Stadien nicht an einem Ei verfolgen konnte, so könnte ihm wohl ein Zwischenstadium entgangen sein, in dem die Eihaut[1]) untergeht und sich eine neue Schicht mit Cilien aus den Zellen des Embryo bildet, die eine ganz gleiche facettirte Zeichnung der Oberfläche besitzt. Bestätigt sich diese Vermuthung, so schliesst sich dieser Vorgang ganz ähnlichen schon bekannten an und wir können dann den Entwickelungsgang des *Sipunculus nudus* so auffassen: Aus dem Ei entsteht ein kugelförmiger bewimperter Embryo. In seinem Innern entwickelt sich durch Knospung ein zweites Larven-Stadium mit Wimpergürtel u. s. w., welches dem *Sipunculus* schon ähnlich ist. Durch Zerreissen

1) Krohn ist geneigt, dieser Haut eine zellige Structur zuzuschreiben. Nach Keferstein und Ehlers (Zoologische Beiträge, gesammelt im Winter 18$\frac{59}{60}$ in Neapel und Messina. S. 49) ist es eine von Porenkanälen durchsetzte Dotterhaut. Ihre Ansicht würde meine Vermuthung ebenfalls unterstützen.

der äusseren Schicht wird es frei und gelangt durch weitere Metamorphose zur definitiven Gestalt. Zwischen der *Actinotrocha* und dem kugelförmigen Embryo des *Sipunculus* hätten wir dann ein ganz ähnliches Verhältniss, wie zwischen *Pilidium* und dem von Desor und Max Schultze beschriebenen kugelförmigen Embryo eines *Nemertes*.

Die Weise der Entwickelung, die wir hier kennen gelernt, darf als eine neue bezeichnet werden. Sie ist verwandt mit der Scolexbildung der Cestoden sowie mit der Bildung des Echinoderm und *Nemertes* bei *Pluteus*, *Bipinnaria* und *Pilidium*. Sie vermittelt so die Beziehungen zwischen diesen beiden sonst so verschieden scheinenden Vorgängen der Entwickelung.

Actinotrocha pallida n. sp.

Diese Species ist bei Helgoland so häufig wie die *A. branchiata*. Sie wird kaum 1''' lang. Ihre Farbe ist mattweiss mit einem Stich ins Röthliche. Tentakeln sind höchstens 10, sie sind breiter und kürzer als bei *Actinotrocha branchiata*, und nach der Spitze zu röthlich gefärbt. Schwarze Pigmentflecke finden sich an keiner Stelle. In der Anatomie kommt sie mit *A. branchiata* überein. Der gewundene Schlauch ist vorhanden und gleicht völlig dem der *A. branchiata*. Blutkörperchen sind ebenfalls vorhanden, aber immer nur ein Haufen.

Die Unterscheidung dieser Species war für die obigen Untersuchungen nicht ohne Wichtigkeit. Ich hielt sie anfangs für ein Entwickelungsstadium der *Actinotrocha branchiata*. Aber schon bei 10 Tentakeln enthält sie Blutkörper und einen völlig entwickelten Schlauch, während *A. branchiata* noch bei 12 Tentakeln keines von beiden besitzt.

Es war mir nicht vergönnt, die Entwickelung dieser Species zu verfolgen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Sipunculid aus *Actinotrocha branchiata.* Die Wimpern der Leibesfläche, sowie das Gehäus sind nicht gezeichnet. t Tentakeln, oe Oesophagus, m Mastdarm, f Längsgefäss, c dunkler Körper am Magen.

Fig. 2. *Actinotrocha branchiata.* Vollkommen entwickelt, freischwimmend. a Mundschirm, b After mit dem Räderorgan, c dunkle Blindsäcke des Magens, d blindsackartige Gefässe, e ein Blutkörperhaufen, f Anlage der Längsgefässe, h der gewundene Schlauch, undeutlich zu sehen.

Fig. 3. Dieselbe. Ein Exemplar, welches längere Zeit gefangen gehalten wurde. Die Tentakel sind geschwunden (der Mundschirm würde bei längerer Gefangenschaft noch weiter schwinden). Der gewundene Schlauch ist hervorgestülpt, ohne die Eingeweide mit zu nehmen.

Fig. 4. Dieselbe. Vollkommen entwickelt und gesund. Der gewundene Schlauch ist hervorgetreten und hat die Leibeshülle mitgenommen. Zeichnung von G. R. Wagener.

Fig. 5. Theil des Sipunculiden. s Magen, übergehend in m Mastdarm, dd hintere Anastomose der Längsgefässe mit den blinden Gefässenden.

Fig. 6 a. Erste Anlage des gewundenen Schlauches, im Querschnitt gezeichnet. b After, n Darm, o Oeffnung des Schlauches nach Aussen.

Fig. 6 b. Dieselbe von oben gesehen. n u. o wie vorher, l Längslinie, g Andeutung der Tentakel erster Reihe.

Fig. 7. Anlagen des Gefässsystems. oe Oesophagus, e Blutkörperchenhaufen, durch eine Brücke verbunden, f Anlage der Längsgefässe, c schwarze Blindsäcke des Magens.

Fig. 8. Weitere Entwickelung des Blutkörperchenringes. g' Tentakel zweiter Reihe, e Blutkörperchenring.

Fig. 9. Präparat der Larve während der Ausstülpung. Die Leibeswand der *Actinotrocha* ist entfernt, um die Anheftung des Magens an den Schlauch zu zeigen. Der Schlauch ist theilweise ausgestülpt. i Mund.

Fig. 10. Uebergang aus der Larve in den Wurm. oe Oesophagus, b After, c dunkler Blinddarm des Magens, i Tentakeln, m sackartiger Rest des Leibes der *Actinotrocha.*

Fig. 11. Knopfförmiges Vorderende des Sipunculiden nach Abwerfung der Tentakeln. Darin die vordere Gefässanastomose.

Fig. 12. *Actinotrocha pallida.*

Elektrotonus im modificirten Nerven.

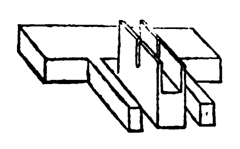
Von

Alfons Bilharz und Otto Nasse.

Im Beginn des verflossenen Sommersemesters veranlasste uns Herr Professor du Bois-Reymond die elektrotonischen Veränderungen des Nerven mittelst des Heidenhain'schen Tetanomotors zu prüfen. Das unerwartete Ergebniss bewog uns der Sache weiter nachzugehen; wir geben in Folgendem die Resultate unserer Untersuchung. Wir brauchen kaum zu rühmen, mit welcher Liberalität Herr Professor du Bois uns die nöthigen Hülfsmittel zur Verfügung stellte, fühlen uns aber gedrungen, dem allverehrten Meister, sowie Herrn Dr. J. Rosenthal für die freundliche Unterstützung, die sie uns in Rath und That angedeihen liessen, unseren verbindlichsten Dank auszusprechen.

Der Tetanomotor ist durch die Beschreibung seines Erfinders genugsam bekannt, weshalb wir auf jene verweisen.[1]) Wir bemerken nur, dass die Schneide unseres Hammers parallel mit der Axe seines Hebelarmes lief, und dass somit der Raum zu beiden Seiten desselben für Nerv, Muskel und Elektroden frei war. Dem Ambos gaben wir die Gestalt, die in Fig. 1 in natürlicher Grösse dargestellt ist. Er ist, wie der Hammer, aus Elfenbein gefertigt. Die seitlichen Fortsätze, von dem eigentlichen Ambos durch eine Lücke getrennt, sind mit dünnen Korkplättchen belegt und dienen als Unterlage

Fig. 1.



1) Heidenhain, Physiologische Studien. Berlin 1856. S. 127 ff.

zur Fixirung des Nerven. Die Lücken bieten Raum für Elektroden.

Um die Erschütterungen auf den Tetanomotor allein zu beschränken, stand derselbe auf einem Wandconsol, durch eine Flügelschraube festgestellt. Er wurde in Bewegung gesetzt durch ein kleines Daniell'sches Element ($SO_3 HO : HO = 1:9$).

Da wir beabsichtigten den zum Nerven gehörigen Muskel seine Curven selbst aufschreiben zu lassen, so benutzten wir hierzu den Schreibehebel des Pflüger'schen Myographions.[1]) Von dem am Tetanomotor befestigten Muskel führte ein feiner Metallfaden zum Arbeitstisch herab, auf dem das Myographion ebenfalls durch eine Schraube fixirt war. Der Muskel hing auf diese Weise immer senkrecht über der Angriffsstelle am Hebel des Myographions. — Für unseren Zweck, da wir Curven, nicht einfache Hubhöhen aufschreiben lassen wollten, waren die berussten Glasplatten, die Pflüger benutzte, zu klein. Wir nahmen statt ihrer einen ungefähr 1½' langen berussten Papierstreifen. Derselbe wurde in den Verlauf eines Bindfadens eingeschoben, an dessen einem Ende ein Bleigewicht hing, welches Faden und Papier in mässiger Spannung erhielt, dessen anderes Ende an einer Kurbelvorrichtung befestigt war. Wurde der Bindfaden hier aufgewickelt, so bewegte sich die berusste Fläche an dem Schreibestifte vorbei. Um die Bewegung leicht und gleichmässig zu machen, wurde an jeder Seite des Messingrahmens, der sonst die Glasplatten aufnimmt, eine Rolle in Gestalt eines senkrecht stehenden, um die Axe drehbaren Glasstäbchens angebracht. Ein drittes, feststehendes Glasstäbchen stand in der Mitte des Rahmens, dem Zeichenstifte, dem die Spitze eines Igelstachels als Hütchen aufgesetzt war, gerade gegenüber, so dass es für das Papier eine feste Unterlage abgab. Um aber das elastische Abspringen des Stiftes gänzlich zu verhindern, erhielt der horizontale Arm des rechtwinkligen Hebelsystems, an dem der Stift befestigt ist, noch ein kleines Bleigewicht von ½ grm. Damit bei etwaigen Veränderungen der Abscissen der Einzelcurven eine Normal-

1) Pflüger, Physiologie des Electrotonus. Berlin 1859. S. 103 ff.

abscisse vorhanden sei, zeichnete eine auf dem Brette des Myographions befestigte, rechtwinklig gebogene Nadel dicht am unteren Rande des Papiers eine solche, durchlaufende, auf. Die Zeichnung wurde durch eine auf die Rückseite des Papiers aufgetragene Mastixlösung fixirt. — Die Drehung der Kurbel geschah aus freier Hand. Da nur die Ordinatenwerthe unserer Curven zunächst für uns Bedeutung hatten, so genügte die Regelmässigkeit der Drehbewegung, wie sie auf diese Weise erreichbar ist. Die rückläufige Bewegung verhinderte eine Hemmung, die in ein gezahntes Rad einfiel.

Der polarisirende Strom wurde durch Nebenschliessung einer Kette von 6—8 kleinen Daniell'schen Elementen (wie sie in dem Berliner physiologischen Laboratorium gebräuchlich sind) mittels des neulich durch v. Bezold beschriebenen du Bois-Reymond'schen Rheochords gewonnen.[1]) Dasselbe gestattet in den Hauptstrom einen Widerstand einzuschalten, der gleich ist dem eines Platindrathes von 0,3 mm. Dicke und 0—40 Meter Länge.

Fig. 2.

Besondere Schwierigkeit machte die Herstellung passender Elektroden, da uns nur ein verhältnissmässig sehr kleiner Raum zur Verfügung stand. Mit Benutzung der von Herrn Professor du Bois gefundenen Thatsache, die wir mündlicher Mittheilung verdanken, dass das Hühnereiweiss beim Gerinnen seinen Widerstand nicht merklich ändert, blieben wir bei folgender Anordnung stehen. Zwei Glasröhrchen r, r' (Fig. 2 stellt einen Durchschnitt dar) von 18—20 mm. Länge, 5 mm. Lichtung und $^1/_2$ — $^1/_3$ mm. Wanddicke wurden, ein dünnes Stückchen einer porösen Thonzelle th zwischen sich fassend, durch Kitt kk' zu einem einzigen verbunden und die Kittflächen der Isolation wegen auf 2 Seiten mit einem

1) A. v. Bezold, Untersuchungen über die electrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 88 ff.

länglich viereckigen Glimmer- oder Glasplättchen belegt. Die untere der so gebildeten Abtheilungen wurde mit concentrirter Lösung von Zincum sulfuricum gefüllt und mit einem Kork verschlossen, durch den ein kupferner Leitungsdraht in das Innere eines Hohlcylinders von amalgamirtem Zinkblech z führte, der auf dem Kork aufsass. Die Löthstelle war durch Asphaltlack, der die ganze Höhlung des Cylinders ausfüllte und in der Figur nur angedeutet ist, vor Berührung mit der Flüssigkeit geschützt, ebenso der Kupferdraht. Eine Kittlage vervollständigte immer noch den Verschluss des Röhrchens. — In die andere Abtheilung, die obere, kam zunächst der porösen Thonplatte ein etwa 10 mm. langer Fliesspapierpfropf (Stück eines Zeichenwischers) w, der von einer halbconcentrirten Kochsalzlösung durchtränkt war. Hierdurch wurde, wie du Bois-Reymond gezeigt hat, die Entstehung des äusseren secundären Widerstandes verhindert.[1]) Auf den Fliesspapierpfropf endlich wurde ein Cylinder e von geronnenem Hühnereiweiss gesetzt und nach Bedürfniss zugeschnitten. (Das Eiweiss war in einem vorher etwas beölten Glasröhrchen von gleichem Lumen zur Gerinnung gebracht worden.)

Diese Elektroden erwiesen sich, wie uns eine am Multiplicator angestellte Prüfung zeigte, als genügend brauchbar für unsere Zwecke. Vollkommene Unpolarisirbarkeit liess sich nach den Aufschlüssen, die uns du Bois-Reymond über die innere Polarisation poröser, mit Elektrolyten getränkter Halbleiter gegeben hat, nicht erwarten.[2]) Ueberdies wurden die Elektroden nach 3—4 stündigem Gebrauch immer durch neue ersetzt.

Die übrigen gelegentlich oder durchgehends gebrauchten Apparate, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen, waren der du Bois'sche Schlitten, dessen Schlüssel, oder statt ihrer Quecksilbernäpfchen mit verquickten Kupferhaken, der Pohl'sche Commutator mit festem Axenlager, Pflüger's Fallapparat. —

1) Du Bois-Reymond, Ueber den secundären Widerstand, in den Berichten der Kgl. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1860. S. 899 ff.

2) Monatsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1856. S. 450 ff.

Das Oberschenkelbein des Nervmuskelpräparates wurde in einer Klemme gehalten, der Nerv, an dem immer einige halbe Rückenwirbel zur Fixirung erhalten waren, durch die entsprechenden Ausschnitte in den dünnen Seitenwänden des Ambos quer über diesen gespannt und auf den oben beschriebenen Fortsätzen mit Nadeln festgesteckt. Endlich wurde der ganze Tetanomotor unter eine mit feuchtem Fliesspapier ausgekleidete Glaskammer gesetzt. —

Der mechanische Tetanus, wie derselbe durch den Tetanomotor hervorgebracht wird, bietet mehrere Eigenthümlichkeiten dar. Heidenhain hebt hervor, dass er einen sehr starken und constanten, etwa zwei Minuten andauernden und dann sehr allmählig abnehmenden Tetanus erzeugen und dies so oft wiederholen könne, bis der Nerv verbraucht sei. Sehr bemerkenswerth ist der Connex der Qualitäten „stark" und „constant", indem nämlich, die Zahl der Hammerschläge gleich gesetzt, der Tetanus nur dann constant ist, wenn er seine Maximalhöhe erreicht hat. Mit anderen Worten: die Stärke des mechanischen Reizes, die im Stande ist, einen dauernden Tetanus hervorzurufen, hat nur eine geringe Breite. Ja dieselbe scheint bei manchen Nerven so klein zu sein, dass man gar keinen constanten Tetanus bei noch so vorsichtigem Gebrauch der Schraube, durch welche der Nerv dem Hammer genähert wird, erhalten kann. Der Muskel macht einzelne heftige Zuckungen, die sich mitunter scheinbar einer tetanischen Zusammenziehung nähern; plötzlich tritt Ruhe ein: der Nerv ist durchgeschlagen. Noch sonderbarer ist, dass manche Nerven sich durchschlagen lassen, ohne dass eine Spur von Zuckung des Muskels erschienen wäre. Natürlich aber sind dies Präparate von Fröschen, die auch auf elektrische Reizung verhältnissmässig schlecht reagiren und bald absterben. Dass überhaupt für das Zustandekommen des mechanischen Tetanus eine beträchtliche Leistungsfähigkeit und Integrität des Nerven erforderlich ist, beweist auch der Umstand, dass ein Nerv, der schon eine Zeit lang an einer Stelle mechanisch oder auch elektrisch bearbeitet ist, unterhalb derselben aber eine unverminderte Erregbarkeit für elektrische Reize aufweist, in seiner

ganzen Länge auf die Insulte des Tetanomotors nicht mehr reagirt. Wir konnten daher dasselbe Präparat nie zu einer zweiten Versuchsreihe benutzen. Ueberhaupt sind die Versuchsreihen von kurzer Dauer. In den folgenden, in denen der Nerv in Pausen von 1—2 Minuten ungefähr durch 6 Secunden gehämmert wurde, konnte Tetanus meist nur 6—8mal (dabei mit abnehmender Stärke und Constanz) erhalten werden, nur in einzelnen Fällen 20—30mal.

Alle diese Umstände machen den mechanischen Tetanus zu einem schlechten Prüfungsmittel der elektrotonischen Verhältnisse des Nerven. Eine Versuchsreihe, die allmählige Uebergänge der gleich zu erwähnenden Veränderungen zeigt, ist eben nicht häufig, so dass die Anzahl derselben, die wir anstellen mussten, um den Thatbestand mit Sicherheit feststellen zu können, sich zu einer ziemlich beträchtlichen erhob. Die Ergebnisse aus ihnen lassen sich folgendermaassen formuliren.

Jede Stelle am Nerven, die auf die besagte Weise mechanisch gereizt wird, geht, wenn sie sich in der Nähe der Anode eines beliebig gerichteten constanten Stromes befindet, von einem Zustand herabgesetzter Erregbarkeit (Anelektrotonus, Pflüger) durch den unveränderter in den erhöhter Erregbarkeit über. Befindet sie sich in der Nähe der Kathode, so geht ebenso die erhöhte Erregbarkeit (Katelektrotonus) durch unveränderte in herabgesetzte über.

Indem wir uns streng an die Pflüger'sche Definition[1]) halten, welche unter Anelektrotonus und Katelektrotonus den Zustand veränderter Erregbarkeit in der Nähe der Anode und Kathode versteht, wollen wir unsere verschiedenen Erregbarkeitszustände, weil sie der Zeit nach auf einander folgen, als erstes, zweites und drittes Stadium bezeichnen. Somit ist unser drittes Stadium des Anelektrotonus in der Erscheinung gleich dem ersten des Katelektrotonus, das dritte des Katelektrotonus gleich dem ersten des Anelektrotonus. Das zweite Stadium bezeichnet immer den Zustand unveränderter Erregbarkeit.

---

1) A. a. O. S. 185.

Wir haben diese Versuche an den verschiedensten Stellen des Nerven, bei den verschiedensten Stromstärken, sowohl in der extra- (centro- und myo-) als in der intrapolaren Strecke angestellt. Schon bei ganz oberflächlicher Betrachtung der dabei erhaltenen Curven mussten einige Punkte in's Auge fallen. Erstens der frühe Eintritt des dritten Stadiums des Katelektrotonus im Gegensatze zu dem des Anelektrotonus. Erhöhung der Erregbarkeit in jenem konnten wir nicht oder nur andeutungsweise bemerken, weil, wie oben gesagt, der mechanische Tetanus an sich das Zuckungs-Maximum repräsentirte. Allein meist schon beim 3. Versuch trat Herabsetzung ein, die bis zu Ende der Versuchsreihe anhielt. Schwieriger war das dritte Stadium des Anelektrotonus zu sehen. Immer trat es viel später ein als das gleiche des Katelektrotonus, häufig genug gar nicht, was in der zu geringen Dauer des mechanischen Tetanus seinen Grund hatte. Umgekehrt aber waren auch die Fälle nicht selten, in denen, nachdem der mechanische Reiz für sich allein längst unwirksam geworden war, bei Schliessung des polarisirenden Stromes ein mächtiger Tetanus ausbrach.[1]) — Auch konnte hier schon die Bemerkung gemacht werden, dass das dritte Stadium des Katelektrotonus um so früher eintrat, je stärker der polarisirende Strom gewählt wurde. Umgekehrt schien das dritte Stadium des Anelektrotonus bei schwächeren Strömen früher als bei stärkeren einzutreten.

Dass die Erschütterung der am Tetanomotor befestigten Elektroden (sie wurden mit einem Tropfen Kitt an den Fortsätzen des Ambos angeklebt) keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Versuche hatten, bewies uns eine eigene Versuchsreihe, in der die Träger der Elektroden vollständig vor jeder Erschütterung geschützt waren. —

An diesem Punkte der Untersuchung angelangt, drängte sich uns natürlich die Frage auf: Ist diese Umkehr der Er-

1) Wir brauchen kaum zu sagen, dass dies in solchen Fällen nicht Wirkung des constanten Stromes an sich (Pflüger) war. Gegen diesen Irrthum schützte uns die fast vor jedem Einzelversuch angestellte Prüfung.

regbarkeitsverhältnisse Eigenthümlichkeit des mechanischen Tetanus, und wie verhält sich insbesondere der elektrische Reiz unter gleichen Umständen? — Um dies zu prüfen, wurden innerhalb der senkrechten Amboswände, also dicht zu beiden Seiten der Stelle, auf der der Hammer aufschlug, zwei gespannte feine Silberdrähte gelegt, die durch Kupferdrähte mit der secundären Spirale des Magnetelektromotors in Verbindung standen. Die intrapolare Strecke betrug nur 2,5 mm. Die Anwendung des mechanischen und elektrischen Reizes erfolgte abwechselnd in den oben angegebenen Pausen. Die Aenderung der Erregbarkeitsverhältnisse zeigte sich nun in der That beinahe gleichzeitig für beide Reize, für den elektrischen meist etwas später, was wohl darin seinen Grund haben dürfte, dass die Elektroden ein grösseres Stück z. Th. gesunden Nerven zwischen sich fassten. Ja, nunmehr war erst die Veränderung mit Bequemlichkeit zu studiren. Bei der verhältnissmässig geringen Alteration, die der Nerv unter der Einwirkung eines so adäquaten Reizes, wie der elektrische ist, erleidet, waren nicht allein die dritten Stadien sehr in die Länge gezogen, sondern es war nun auch das zweite Stadium, das früher nur durch Zufall zu erhaschen gewesen war, deutlich aufgezeichnet, und die allmähligen Uebergänge (die man durch Hämmern in grösseren Intervallen leicht in die Länge ziehen konnte) liessen zum Voraus das baldige Erscheinen des folgenden Stadiums voraussehen. Vor der Einwirkung des mechanischen Reizes wurden immer die normalen Erregbarkeitsverhältnisse durch elektrische Reizung constatirt.

Wie die unten mitgetheilten Curven zeigen, schlossen wir während des Bestehens eines Tetanus, sowohl des mechanischen als des elektrischen, den constanten Strom und liessen ersteren nach Oeffnung des Stromes noch einige Secunden andauern. Wir haben gegen diese Art des Versuches noch erst ein Bedenken hinwegzuräumen und zu erklären, weshalb wir nicht mit Einzelschlägen experimentirten. Für den mechanischen Reiz war der Grund einfach der, dass der Einzelschlag zu wenig Sicherheit in seiner Wirkung bot. Ein solcher lässt sich leicht erzielen, wenn man den Kupferpol des Elementes,

das den Tetanomotor bewegt, mit der mittleren Messingsäule in Verbindung bringt, welche die Platinspitze trägt, und die Kette rasch schliesst und öffnet. Man erhält aber selten eine Reihe gleich hoher Zuckungen. Einmal ist das Schliessen und Oeffnen aus freier Hand zu ungleich, dann befinden sich in dem Nerven eine grosse Anzahl unwirksamer Elemente, die den anderen als Polster dienen, bei jedem Schlage aber eine kleine Verschiebung erleiden, so dass die Intensität des folgenden Reizes leicht modificirt wird. Es gebrach uns an Zeit diese Versuche an einem vielleicht passenderen Instrumente anzustellen, auch glaubten wir um so mehr von ihnen absehen zu dürfen, als wir nunmehr in dem elektrischen Reiz ein Mittel hatten beide Methoden ihrem Werth nach mit einander zu vergleichen. Wir haben daher mit (Schliessungs-) Inductionsschlägen geprüft, für deren Gleichheit Pflüger's elektromagnetischer Fallapparat sorgte, und ein völlig übereinstimmendes Verhalten gefunden. So zogen wir es vor bei unseren so übersichtlichen Curven zu bleiben. —

Der mechanischen Reizung war somit der Nimbus der Specificität genommen. Die Umkehr der Erregbarkeitsverhältnisse wurde hervorgerufen durch das Hämmern als solches, und der hierbei entstehende Tetanus diente nur zu gleicher Zeit als Prüfmittel, — für die intrapolare Strecke immerhin eine werthvolle Beigabe, insofern er die durch chemische Reizung gewonnenen Resultate Pflüger's (für die ersten Stadien) bestätigt. Für die extrapolaren Strecken bot er aber nur noch als alterirendes Mittel Interesse dár.

Bei dieser Gelegenheit prüften wir die Veränderungen der Erregbarkeit der mechanisch insultirten Stelle. Wir benutzten hierzu die Anordnung der letztgenannten Versuche, nämlich jene auf dem Ambos liegenden Silberelektroden. Maassstab war die Entfernung der secundären von der primären Spirale des Schlittenapparates, die nöthig war, um die Minimalzuckung auszulösen. In Zwischenräumen von je 2 Minuten wurde 10 Secunden lang der Hammer in Gang gesetzt, vor und nachher, oft auch noch einmal 10 Secunden später, die Erregbarkeit geprüft. Wie sich erwarten liess, stieg un-

mittelbar nach dem Hämmern die Erregbarkeit und sank dann in der Pause, jedoch nicht bis auf die ursprüngliche Höhe. Dies wiederholte sich bis zu einer Maximalhöhe der Erregbarkeit; dann sank dieselbe aber im Allgemeinen, wenn sie auch nach dem jedesmaligen Hämmern noch etwas stieg, und fiel plötzlich auf Null, wobei ein oberhalb angebrachter Reiz bewies, dass auch die Leitungsfähigkeit der gehämmerten Stelle aufgehoben war. —

Ist, so lautete nun die nächstliegende Frage, diese sonderbare Umkehr der elektrotonischen Erregbarkeitsverhältnisse Eigenthümlichkeit des mechanischen Insultes, oder giebt es andere Agentien, die dasselbe zur Folge haben?

Wir griffen zunächst zu chemischen Mitteln und zwar zuerst zu Ammoniak, weil es nach Kühne's Untersuchungen[1]) vom Nerven aus keine Zuckung erregt. Diese aber wollten wir vermeiden; die Substanz sollte uns nur alterirendes Mittel sein. Es zeigte sich alsbald, dass der Griff kein unglücklicher war. Wir nahmen Ammoniak von der Concentration, wie es eben im Laboratorium vorhanden war[2]), brachten einige Tropfen in ein Glasröhrchen, dessen capillare Spitze den Nerven von oben her berührte, gerade in der Mitte zwischen den beiden (unpolarisirbaren) Reizelektroden, die durchschnittlich eine intrapolare Strecke von 4—5 mm. zwischen sich fassten. Aus dem Röhrchen konnte nur eine Spur Ammoniak heraustreten, die sich (soweit sichtbar) nicht weiter über den Nerven ausbreitete. In dieser Lage blieb das Röhrchen zuerst versuchsweise 30 Secunden, dann wurde es rasch entfernt und die Stelle mit Fliesspapier sorgfältig abgetrocknet. Wir hatten die Anordnung für aufsteigenden extrapolaren Anelektrotonus. Im 12. Versuche nach Entfernung des Ammoniaks (die Versuche folgten sich in Pausen von 1 Minute) nahm die herabsetzende Kraft des polarisirenden Stromes ab, 2 Versuche zeigten das 2. Stadium, dann folgte eine lange Reihe von Cur-

1) Kühne, Ueber chemische Reizung der Muskeln und Nerven. Archiv für Anat. und Physiol. 1860.

2) Die nachträgliche Bestimmung (Bindung an ClH) ergab in 10 cc 0,827 grm. NH_3.

ven, welche die Erhöhung der Erregbarkeit in bedeutendem Grade aufwiesen.

In dieser Weise gelang es uns, für Ammoniak ausnahmslos vor und hinter dem beliebig gerichteten Strom unsere drei Stadien zur Erscheinung zu bringen. Die Versuche zeichnen sich dadurch aus, dass die dritten Stadien besonders deutlich und prolongirt sind. Völlig identische Resultate gab verdünnte Salzsäure (Ac. mur. pur. Pharm. Boruss. mit Wasser in dem Verhältniss von 1 : 4 dem Volum nach). Wir wählten diese Substanz als Repräsentanten der Säuren. Trotzdem, dass sie vom Nerven aus erregend wirkt, erwies sie sich für unsere Versuche als ganz geeignet. Es traten nur selten einige spurweise Zuckungen gleich nach der Application ein, die nicht wiederkehrten, — wohl deswegen, weil vom natürlichen Längsschnitte aus die Einwirkung auf die einzelnen Fasern zu langsam und allmählig geschieht. Wir begnügten uns die Erscheinungen mit diesen beiden Substanzen des Genaueren zu studiren. Unsere Angaben, wenn von chemischer Misshandlung die Rede ist, beziehen sich zunächst auf diese; doch wollen wir nicht verschweigen, dass wir noch eine kleine Anzahl anderer Agentien, wie verdünnte Essigsäure, Glycerin, destillirtes Wasser geprüft haben, um uns zu überzeugen, dass uns der Zufall nicht gerade auf die beiden einzigen brauchbaren Substanzen geführt. Alle wurden in gewohnter Weise applicirt, nur das Wasser blieb während der ganzen Versuchsdauer auf dem Nerven liegen. Ohne auf unsere der Zahl nach viel zu beschränkten Versuche Gewicht zu legen, wollen wir nur noch anführen, dass wir durch Glycerin und Wasser das dritte Stadium nicht oder nur ganz undeutlich zur Erscheinung bringen konnten, leicht dagegen das Stadium der unveränderten Erregbarkeit. Bei Application von Kochsalz blieb die Form der Curven immer die, welche Pflüger gefunden, bis zum gänzlichen Absterben des Nerven.

Die Erregbarkeitsänderungen an der chemisch afficirten Stelle haben wir beiläufig in Betracht gezogen, indem wir in passenden Intervallen die jeweiligen Abstände der secundären von der primären Spirale notirten. Die Curve hat, auf die

Zeit bezogen, ganz denselben Verlauf wie die, welche uns die Versuche bei mechanischer Misshandlung gelehrt hatten. —

Es war nunmehr ein kleiner Schritt zur Erforschung des Einflusses eines frischen Querschnittes, denn die Erregbarkeitscurve ist, wie bekannt, fast dieselbe. Auch hier stirbt der Nerv ab, während er im übrigen Verlaufe noch lange intact bleibt. Es war daher von äusserster Wahrscheinlichkeit, dass auch hier eine Zeit existirte, in der der Erregbarkeitszuwachs in der Nähe eines constanten Stromes Null wurde und dann sein Zeichen änderte. Selbstverständlich kann hier nur vom aufsteigenden extrapolaren Elektrotonus die Rede sein. Der Versuch war einfach der, dass an irgend einer Stelle des Nerven das Elektrodenpaar des polarisirenden Stromes angelegt, das normale Verhalten constatirt und dann dicht an der oberen Reizelektrode der Nerv durchschnitten wurde. Eine Verschiebung des Nerven auf den Elektroden ist leicht zu vermeiden, wenn man bei dem Durchschneiden ein paar Bindegewebsfasern undurchschnitten lässt, die das abgeschnittene aber festgesteckte obere Ende mit dem unteren in Verbindung erhalten. Der Erfolg war in der That überraschend: sofort nach Anlegung des Querschnittes hatte der polarisirende Strom seine vorher so mächtige Einwirkung beinahe oder völlig verloren, gleichviel wie er gerichtet war. Alsbald folgten auch die dritten Stadien. —

Es dürfte jetzt wohl gestattet sein nach einem Ueberblick über das Bisherige zu streben. Allgemein ausgedrückt, lässt sich unser Resultat so fassen: „Die Localerregbarkeit eines im elektrotonischen Zustande befindlichen normalen Nerven lässt sich durch gewisse in circumscripter Weise eingeführte Einflüsse so modificiren, dass die Curve der elektrotonischen Zuwachse der betrachteten Stelle, auf die Zeit als Abscisse bezogen, letztere schneidet und mit umgekehrtem Zeichen weiter läuft." Als solche modificirende Einflüsse haben wir kennen gelernt: mechanische und chemische Misshandlung, Anlegen eines Querschnittes.

Bei Betrachtung der einzelnen Bedingungen, die für

den Eintritt der Zeichenänderung von Wichtigkeit sind, stossen wir zunächst auf den bedeutenden Einfluss der Intensität des polarisirenden Stromes. In der That gelingt es leicht willkürlich durch Abänderung der Stromstärke das Vorzeichen der Ordinaten, die den Zuwachs bedeuten, zu ändern. Eine Vergleichung unserer Curven ergiebt uns hierüber folgendes Gesetz: „Alles Andere gleichgesetzt, tritt Zeichenumkehr des Zuwachses im Katelektrotonus um so früher ein, je stärker der polarisirende Strom ist, im Anelektrotonus, je schwächer derselbe ist."

Zweitens besitzt der normale Anelektrotonus überhaupt eine absolut grössere Hartnäckigkeit bei jeder Stärke des polarisirenden Stromes, so dass der Nullpunkt des Zuwachses im Katelektrotonus sogar bei schwachen Strömen früher eintritt, als bei denselben Strömen im Anelektrotonus.

Dies trifft nun alles aus naheliegenden Gründen deutlicher zu für die mechanische, als für die chemische Misshandlung; denn jene kann man viel leichter abstufen, indem man sie mit Unterbrechung einwirken lässt. Für die intensiv wirkenden und leicht diffundirenden chemischen Mittel dagegen kann man das richtige Maass leichter verfehlen; oft lässt man zu viel, oft zu wenig einwirken, da nicht alle Nerven gleiche Resistenz besitzen. Während man bei mechanischer Misshandlung dem auf der Abscissenaxe vor- oder rückwärts schreitenden Nullpunkt des Zuwachses in der That folgen kann, indem man den Strom verstärkt oder schwächt, wird man bei chemischer in den meisten Fällen finden, dass in ausserordentlich kurzer Zeit fast alle Stromstärken das dritte Stadium hervorrufen. Allein es wird doch meistens gelingen die Gültigkeit des eben ausgesprochenen Gesetzes auch für chemische Misshandlung nachzuweisen, wenn man mit sehr verschiedenwerthigen Strömen operirt und soeben den Uebergang vom zweiten in das dritte Stadium für irgend einen extremen Stromwerth nachgewiesen hat. Solche Gelegenheit bietet sich auch dann, wenn man die Dosis zufällig etwas gering gegriffen hat, oder wenn, was unten näher besprochen werden soll, die Nervenstelle sich allmählig erholt.

Für den Querschnitt gilt ganz dasselbe, jedoch ist Folgendes dabei zu bemerken. Hat man die Anordnung für Katelektrotonus, so setzt der Strom die Erregbarkeit um so mehr herab, je stärker er ist, wie unser Gesetz besagt, nur muss man in diesem Falle, um einen beweisenden Versuch zu haben, innerhalb der Stromgränzen bleiben, in welchen derselbe noch Schliessungszuckung giebt. Ist der Strom dagegen absteigend, so scheint die Stromstärke, welche Erhöhung der Erregbarkeit hervorruft, von beiden Seiten eingegränzt zu sein, indem die allerschwächsten Ströme die Erregbarkeit unverändert lassen, die nächst folgenden (immer noch schwache Ströme) dieselbe erhöhen, stärkere aber diese Eigenschaft nie erhalten, sondern immer herabsetzen. Der Grund der letzteren Erscheinung dürfte wohl in einem zu schnellen Absterben des Nerven zu suchen sein.

Was die Ausbreitung der eigenthümlichen Modification über die alterirte Stelle hinaus betrifft, so haben wir Versuche hierüber auf verschiedene Weise angestellt. Entweder wurden die Reizelektroden allein nach denen des constanten Stromes zu verschoben, oder beide zugleich nach derselben Richtung (so dass der Abstand der Paare derselbe blieb), oder endlich, wir brachten oberhalb und unterhalb des polarisirenden Stromes je ein Paar Reiz-Elektroden an, von denen eines der modificirten Nervenstelle anlag; wurde mit dem anderen geprüft, so wurde, um in beiden Fällen zugleich Anelektrotonus oder Katelektrotonus zu haben, die Stromesrichtung umgedreht. Der Erfolg war in allen Fällen derselbe, nur etwas verschieden für die verschiedenen Arten der alterirenden Einflüsse. Wurden bei mechanischer Misshandlung die Reizelektroden nur wenige Millimeter von dem Locus affectus weggerückt, so erschienen die normalen Verhältnisse unter allen Umständen. Ebenso verhielten sich die Nervenstrecken dicht unterhalb des Querschnittes. Allmählig jedoch breitete sich die Modification aus. Der umgekehrte Zuwachs war dann auch von einer Stelle zu erhalten, die vorher noch versagt hatte. Dies geschah nun bei Application chemischer Substanzen viel rascher, und die Modification breitete sich auch auf grössere Strecken aus. Die

Stärke des polarisirenden Stromes übte auch hier wieder ihren eigenthümlichen Einfluss aus.

Die Gesetze des Abklingens des Elektrotonus haben wir, obgleich ihre Kenntniss in diesem Falle von grossem Interesse wäre, nicht genauer studirt. Die verwickelten Verhältnisse verlangen eine besondere Untersuchung, zu der es uns an Zeit mangelte.

Es schien uns vielmehr zunächst von grösserer Bedeutung zu sein zu erforschen, ob, nachdem unser drittes Stadium schon eingetreten, die normalen Erregbarkeitsverhältnisse wieder Platz greifen könnten, mit anderen Worten, ob die betroffene Nervenstelle sich wieder erholen könnte. Kühne macht in seinem Artikel „über chemische Reizung"[1]) bei Gelegenheit der Reizung mit Ammoniak die Bemerkung, dass die Dämpfe des Ammoniaks bei nicht zu langer Einwirkung keine völlige Zerstörung des Nerven herbeiführen: „die Hemmung der Bewegung (nämlich der durch das Vertrocknen des Nerven herbeigeführten Zuckungen) muss darum anders gedeutet werden, als durch das bisher vermuthete rasche Absterben des Nerven." Wir freuen uns, eine Stütze für diese Anschauung in unseren Erscheinungen zu finden. Wie dort nach Entfernung oder Verdunstung des Ammoniaks die (Vertrocknungs-) Zuckungen wieder eintraten, so konnten auch wir den Nerven zu seinen ursprünglichen Gesetzen zurückkehren sehen. Dies haben wir jedoch nicht blos für Ammoniak zu constatiren vermocht, sondern auch, und zwar noch leichter, für Salz und Essigsäure. Für den mechanischen Insult gilt ganz dasselbe. Natürlich gelingt in diesem Falle die Restitution des normalen Katelektrotonus leichter, weil, wie oben angeführt, wenige Hammerschläge genügen sein drittes Stadium herbeizuführen. — Ist die Erholung frühzeitig eingetreten, so lässt sich von derselben Stelle aus zum zweiten Male die Umkehr erhalten. —

Wir können nunmehr jener räthselhaften Bemerkung Pflüger's[2]) Beachtung schenken, wonach die Abgangsstelle der

---

1) Archiv für Anat. u. Physiol. 1860. S. 326 ff.

2) Pflüger, a. a. O. S. 223.

Oberschenkeläste für den elektrotonischen Zustand unempfänglich sein soll, eine Thatsache, die scheinbar so nahe an unsere Erfahrungen hinanstreift. Nachdem wir den Einfluss eines frisch angelegten Querschnittes kennen gelernt hatten, schien eine, wenigstens äusserliche Brücke vorhanden zu sein. Auch dort ist ein Querschnitt, freilich mit dem grossen Unterschiede, dass er in dem einen Falle die wirksamen Fasern selbst mit betroffen, in dem anderen dagegen nur die ihnen anliegenden. Allein jene auffällige Knickung in der Erregbarkeitscurve schien ein früheres Absterben jener Stelle überhaupt, auch der zum Gastroknemius gehörigen Fasern anzudeuten.

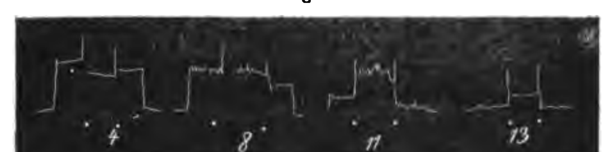
Unsere Erfahrungen wiesen uns an, die Reizelektroden, nicht die des constanten Stromes (wie in dem Pflüger'schen Versuche geschehen) jener Stelle anzulegen. Der Erfolg täuschte uns auch hier nicht. Nach einiger Zeit, niemals sofort nach dem Beginne der Versuchsreihe, wurde die Stelle „unempfänglich“ für den elektrotonischen Zustand, mochte der Strom ober- oder unterhalb, aufsteigend oder absteigend gerichtet sein. Wir erklären uns die Inconstanz der Ergebnisse bei Pflüger daraus, dass er die betreffende Stelle über die Elektroden des polarisirenden Stromes brückte; bei unserer Anordnung haben wir das von Pflüger angegebene Verhalten ausnahmslos beobachtet; in mehreren Versuchen dagegen, in welchen wir seiner Methode folgten, entweder gar nicht oder erst nach langer Zeit bei Anwendung starker polarisirender Ströme für den Katelektrotonus, also nach Obigem, unter den günstigsten Bedingungen, und wenn man voraussetzen durfte, dass die eigenthümliche Modification bis zu der Stelle gedrungen, wo sich die Reizelektroden befanden. Uebrigens verhält sich die Stelle ähnlich der dicht unterhalb eines frischen Querschnittes gelegenen; sie ist in der That „unempfänglich“, wenn die polarisirenden Ströme schwach sind. Liegt die Anode in ihrer Nähe, so darf der Schlitten des Rheochords nur innerhalb geringer Breiten verschoben werden, um überhaupt Erhöhung der Erregbarkeit deutlich zu machen. Dagegen ist die Herabsetzung der Erregbarkeit im Katelektrotonus leicht zu zeigen.

Die Bedingungen eines anliegenden Querschnittes willkürlich einzuführen bot der N. peronaeus eine günstige Gelegenheit. Wir überzeugten uns zunächst, dass unsere Stadien nicht eintraten, wenn die Continuität des Nerven bis zu seinen Muskeln bestand. Zu diesem Zwecke wurde das Präparat des stromprüfenden Schenkels hergerichtet und nachdem der Gastroknemius bis zu seinem Ansatzpunkte mit Schonung aller Nerven abgelöst war, der Schenkel, statt wie bisher das Os femoris, in die mit Kork ausgefütterte Klemme eingespannt. Allein dies war nicht einmal nothwendig; wir konnten den Zeichenwechsel auch dann nicht erhalten, wenn der Peronaeus, wie in unserem gewöhnlichen Präparate, eben so lang wie der extramusculäre Theil des Tibialis erhalten war. Dagegen trat das gewohnte Bild des Verlaufs ein, sobald der Nerv dicht an der Theilungsstelle abgeschnitten wurde und die Reizelektroden derselben anlagen.

Es existirt im Verlauf des präparirten Ischiadicus noch ein dritter anliegender Querschnitt, am oberen Ende des Plexus. Das Ergebniss dürfte aber dort zweifelhaft sein wegen der Dicke des Nerven selbst und wegen der Nähe des Rückenmarkendes. Wir haben sie nicht genauer untersucht. —

Wir geben hier zum Schluss noch einige Beispiele unserer Curven, die die Uebergänge der drei Stadien zeigen sollen. Fig. 3 enthält Curven des mechanischen Tetanus. Die gehämmerte Stelle lag zwischen den Elektroden eines absteigenden

Fig. 3.

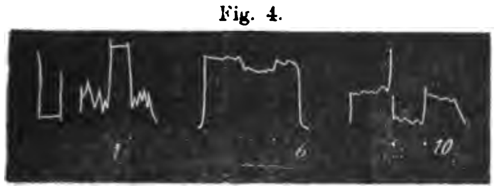


Stromes und zwar in der Region des Anelektrotonus, 3 mm. von der Anode, 22 mm. von dem Rückenmarke entfernt. Die Länge der intrapolaren Strecke betrug 12 mm., die des Ner-

ven 60 mm., die der eingeschalteten Nebenschliessung 1200 mm. des Platindrahtes von angegebener Dicke. Die Zahl unter den Curven bedeutet die laufende No. der Versuche, die sich in Pausen von 2 Minuten folgten, die Punkte die Momente des Schliessens und Oeffnens des polarisirenden Stromes.

Fig. 4 ist ein Beispiel eines aufsteigenden extrapolaren Kat-

Fig. 4.



elektrotonus bei mechanischer Misshandlung, aber Nachweisung der Erregbarkeitsänderungen durch Reizung mit einem abwechselnd gerichteten Inductionsstrom. Die erste Curve ist vor Beginn der Misshandlung gezeichnet. Die unter dem Hammer liegende Nervenstelle war 4,5 mm. von der Kathode, 18 mm. vom Rückenmark entfernt. Länge der intrapolaren Strecke 10 mm., des Nerven 60 mm., der Nebenschliessung 200 mm. Der polarisirende Strom war, wie die vor dem ersten Versuche mitgetheilten Schliessungs- und Oeffnungszuckungen zeigen, mittelstark.

Fig. 5. Aufsteigender extrapolarer Anelektrotonus. Zwi-

Fig. 5



schen den 3,5 mm. von einander entfernten Elektroden des reizenden Stromes wurde während 40″ Ammoniak applicirt. Die erste Curve ist wieder vor der Application gezeichnet. Entfernung der obersten Elektrode des reizenden Stromes vom Rückenmark 20 mm., der beiden Elektrodenpaare von einander 9 mm. Länge der intrapolaren Strecke 3 mm., des polarisirenden Stromes des Nerven 60 mm., der Nebenschliessung 10 mm.

Anhang.

Nach Abschluss vorstehender, gemeinschaftlicher Untersuchungen war es mir vergönnt noch einige weitere Versuche daran anzuknüpfen, die ich hier beizufügen mir erlaube. Nach zwei Richtungen vornehmlich schien mir ein weiteres Studium dieser Verhältnisse wünschenswerth. Erstens wollte ich Genaueres über die Natur der eigenthümlichen Veränderung, wie sie an der Abgangsstelle der Oberschenkeläste Platz greift, erfahren. — Gewiss ist, dass die zu den Muskeln des Unterschenkels laufenden Nervenfasern an jener Stelle von einem schwachen abgeleiteten Stromarm in absteigender Richtung durchflossen werden. Dieser lässt sich am Multiplicator sehr leicht deutlich machen, wenn man die Prüfung an einem Nerven vornimmt, dessen Verbindung mit den Unterschenkelmuskeln nicht unterbrochen ist. Dadurch wird der Aequator der Fasern, welche bloss von einem künstlichen Querschnitte begrenzt sind, gewissermaassen in unendliche Entfernung nach dem Muskel zu verschoben. Rückt man nun vom centralen Querschnitt aus mit den Bäuschen allmählig nach abwärts, so dass schliesslich der Querschnitt der Oberschenkeläste auf dem einen, der Aequator dieser Fasern auf dem anderen Bausche ruht, so erfolgt ein kleiner Ausschlag der Nadel im entgegengesetzten Sinne.

Ist nun dieser elektrische Strom, der jene Stelle durchkreist, Ursache des frühen Absterbens?

Es war leicht, diese Bedingung an einem anderen Punkte des Nerven künstlich einzuführen. — Zu diesem Behufe wurde in bekannter Weise[1]) die secundäre Rolle des Magnetelektromotor in den Nebenschliessungskreis einer schwachen[2]) galvanischen Kette (1 Daniell, Eisenrheochord) eingeschoben, und das zugehörige Elektrodenpaar unterhalb der Oberschenkeläste dem Nerven angelegt. Derselbe war also an dieser Stelle un-

1) Pflüger, a. a. O. S. 394 ff.

2) Die Durchgängigkeit durfte bis zu Ende nicht leiden, wie es auch an der Abgangsstelle der Oberschenkeläste der Fall ist.

unterbrochen von einem elektrischen Strome durchkreist. Setzte ich nun den Magnetelektromotor in Gang und reizte an dieser Stelle, während gleichzeitig ein zweiter polarisirender Strom durch die benachbarte Nervenstrecke sich ergoss, so wartete ich dennoch vergeblich auf den Eintritt der Erscheinungen, wie wir sie oben an der Abgangsstelle der Oberschenkeläste wahrgenommen haben. Die elektrotonischen Verhältnisse blieben normal bis zum gänzlichen Absterben des Nerven. — Wenn nun schon der durch den Multiplicator angezeigte Strom an der genannten Stelle durch locale Consumtion der vorhandenen Kräfte das Absterben beschleunigen kann, so scheint doch der anliegende Querschnitt an sich den hauptsächlichsten Einfluss zu äussern und sich der locale Tod vom Querschnitt aus nicht bloss der Länge, sondern auch der Quere nach im Nerven fortzupflanzen Hierfür spricht die Aehnlichkeit der Erscheinungen, wie sie hier und am centralen Querschnitt zu Tage treten, welche wir schon oben hervorzuheben Gelegenheit hatten.

Wenn somit hier die Sachlage dunkel bleibt, so war auf der anderen Seite durch diese Versuche nahegelegt, die modificirende Kraft eines starken constanten Stromes zu prüfen.

Ein solcher durfte den Nerven nur kurze Zeit durchfliessen; die Anordnung war daher einfach. Einschaltung zweier Stromwender mit herausgenommenem Kreuz machte es leicht möglich den polarisirenden Strom als alterirenden durch das Elektrodenpaar zu leiten, welches dem reizenden Strome angehörte, und durch Umlegen der Wippen in kürzester Frist die alte Anordnung wieder herzustellen.

Fig. 6 (a. f. S.) soll dies in den üblichen schematischen Figuren versinnlichen.

War nun durch die zu reizende Nervenstrecke durch 1—2 Minuten ein starker constanter Strom geleitet worden, so kamen in der That die oft genannten Veränderungen des Elektrotonus in schönster Weise zum Vorschein. Ja, die Einfachheit der Anordnung, die Leichtigkeit den Grad der alterirenden Einwirkung sowohl der Stärke als der Dauer nach beliebig abzustufen, endlich die Ausgeprägtheit der Erscheinungen

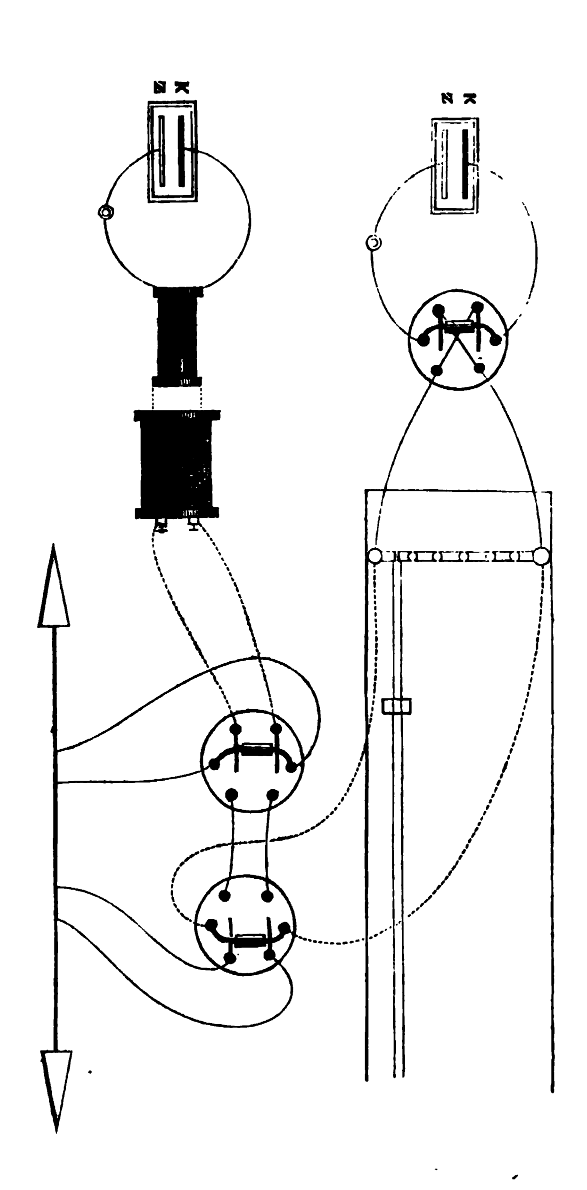


Fig. 6.

selbst machen den elektrischen Strom zur Demonstration dieser Verhältnisse wohl zum geeignetesten und bequemsten Mittel.

Ich habe nun bei dieser Art der Misshandlung alle die verschiedenen Bedingungen durchprobt, welche bereits oben namhaft gemacht worden sind. Die Uebereinstimmung ist so vollkommen, dass ich Wiederholung der Sätze und Anführung von Beispielen für überflüssig halte. Es genüge auf folgende Punkte aufmerksam zu machen:

Es ist gleichgültig, ob der alterirende Strom den Nerven in auf- oder absteigender Richtung durchfliesse; ebenso ist gleichgültig, ob die darauf folgende Reizung die ganze alterirte Strecke betrifft, oder nur die einzelnen Theile derselben (Region des abklingenden Kat- oder Anelektrotonus).

Ferner scheint, soweit meine Erfahrung reicht, ein solcher Grad der Einwirkung des elektrischen Stromes nöthig zu sein, dass in der ganzen intrapolaren Strecke eine beträchtliche und mehr oder minder nachhaltige Depression der Erregbarkeit[1]) zurückbleibt; jedoch nicht so, dass für einen oberhalb angebrachten Reiz die Durchgängigkeit aufgehoben wäre. Ist dies aber der Fall (was sich so genau nicht vorausberechnen lässt), so stellt sich die Leitungsfähigkeit entweder in kurzer Zeit wieder her und greifen die oben als „dritte Stadien" bezeichneten Erscheinungen nun um so dauernder Platz, oder sie sind selbst dann deutlich, wenn der polarisirende Strom an sich weder Schliessungs- noch Oeffnungs-Zuckung auszulösen vermag. (Selbstverständlich gilt dies nur für den besonderen Fall myopolarer Misshandlung und Reizung.)

Rückkehr zum normalen Elektrotonus ist mit Leichtigkeit und oft in ausnehmend kurzer Zeit zu beobachten. Daher ist die Möglichkeit geboten den Zeichenwechsel des Erregbarkeitszuwachses an einer und derselben Nervenstelle mehrmals vor sich gehen zu lassen. — Angekündigt wird diese Rückkehr durch das allmählige Ansteigen der Erregbarkeit der misshandelten Stelle selbst, und die annähernde oder völlige Wiederherstellung dieser fällt mit jener ungefähr zusammen. Uebri-

1) Pflüger, a. a. O. S. 415.

gens hat man es ganz in seiner Macht die normalen Verhältnisse für immer zu bannen.

Da bei dieser Art der Versuche das modificirende Agens alle Fasern gleichmässig betrifft und nicht erst langsam, wie bei mechanischer und chemischer Misshandlung, von aussen nach innen dringt, so ist verständlich, dass der Wechsel der Stadien wie mit einem Schlage erfolgt.

Endlich ist bemerkenswerth, dass der positive Erregbarkeitszuwachs im Anelektrotonus äusserst beträchtlich ist; meistens repräsentirt er das Zuckungsmaximum, und, war die Einwirkung stark genug, so tritt gewöhnlich ein Zeitpunkt ein, wo fast keine Stärke des polarisirenden Stromes etwas daran ändert.

Zur Abrundung dieser ganzen Versuchsreihe blieb nun übrig die thermische Misshandlung ebenfalls in den Kreis der Beobachtung zu ziehen. Die Versuche wurden so angestellt, dass ein glühender Draht dicht über die zu tetanisirende Nervenstelle gehalten, oder letztere wohl auch leichthin berührt wurde. Diese freilich etwas primitive Art genügt ganz und gar die Uebereinstimmung mit den früher erlangten Resultaten festzustellen. Eine Besonderheit wüsste ich nicht anzugeben.

Die zweite Aufgabe, die ich mir stellte, war, eine Consequenz, die sich für das Zuckungsgesetz zu ergeben schien, durch das Experiment zu bewahrheiten.

Die Möglichkeit, die Schliessungszuckung bei starkem aufsteigendem Strome dadurch, dass man in angegebener Weise die Erregbarkeit im Anelektrotonus erhöht, wieder eintreten zu sehen, scheitert wohl, abgesehen von allem Anderen, an der Schwierigkeit das modificirende Agens so zu appliciren, dass die Einwirkung sich über die ganze Region des Anelektrotonus erstreckt, aber nicht auf die des Katelektrotonus sich ausdehnt. Letzteres ist aber um so schwerer zu vermeiden, als, wie wir wissen, die Herabsetzung der Erregbarkeit im Katelektrotonus, zumal bei starken Strömen, viel früher eintritt als die Erhöhung derselben im Anelektrotonus.

Meinen Versuchen (ich benutzte hierzu die alterirende Wir-

kung des Ammoniaks[1]) und des constanten Stroms in der Gegend der Anode des reizenden Stromes auf den Nerven applicirt) gelang es wenigstens nicht die Schliessungszuckung zur Erscheinung zu bringen. Im Gegentheil erfolgt nun auch bei schwächeren Strömen, wie dies für das Absterben bekannt ist, nur noch Oeffnungszuckung.

Dagegen scheint in der That folgende Beobachtung hier ihre Erklärung zu finden. Reizt man den Nerven mittels eines (starken) Kettenstromes oberhalb einer elektrisch misshandelten Stelle, welche, wie der Eintritt der Oeffnungszuckung bei aufsteigender Stromesrichtung zeigt, der Erregung den Durchgang nicht verweigert, so bleibt trotzdem die Schliessungszuckung bei absteigender Richtung des Stromes aus, d. h. letzterer ist völlig unwirksam geworden, obwohl bekanntlich unter normalen Verhältnissen die Schliessungszuckung im Allgemeinen der Oeffnungszuckung überlegen ist. Das Verhältniss bleibt, der Zuckungsgrösse nach, dasselbe, wenn mit zunehmender Erholung die Schliessungszuckung wieder erscheint; doch nimmt sie nunmehr an Grösse rascher zu als die Oeffnungszuckung, und die frühere Ueberlegenheit kann sich wieder herstellen. — Auch hierbei ist es gleichgültig, welche Richtung der alterirende Strom im Nerven gehabt hatte. Anwendung von Ammoniak giebt das gleiche Resultat. — Die Erscheinung ist ganz constant.

Alfons Bilharz.

---

1) Versuche von Harless in Bezug auf dieses Mittel („Wirkung des Ammoniaks auf die Nervenstämme". Zeitschr. für rat. Med. Dritte Reihe. XII. S. 68), die mir nachträglich zu Gesicht kamen, fallen nicht ganz mit den meinigen zusammen, weshalb ich sie hier übergehen kann.

Ueber das Nervensystem der Anneliden.

Von

Franz Leydig in Tübingen.

Schon seit längerer Zeit mit Vorarbeiten zur Herausgabe einer „vergleichenden Anatomie" beschäftigt, erlaube ich mir, in Form von vorläufigen Mittheilungen einige Resultate und Befunde, welche ich durch die wieder aufgenommene Untersuchung des Nervensystems mehrerer einheimischer Ringelwürmer erhalten habe, einstweilen hier vorzulegen. Historische Erörterungen, insofern sie nicht schon in Folgendem angedeutet erscheinen, sollen später nicht fehlen.

I.

Gehirn und Bauchmark der echten Anneliden haben bleibend einen paarigen Charakter; wohl nirgends sind die zwei Längsstränge zu einem einzigen zusammengeschmolzen.

Bei den grösseren Hirudineen sieht man bekanntlich unschwer, dass der für's freie Auge einfache Bauchstrang aus zwei Längsstämmen, die dicht zusammengerückt sind, besteht, und die Untersuchung aller, selbst der kleinsten Arten unserer Fauna, wie z. B. des auf dem Flusskrebse schmarotzenden Egels, belehrt uns, dass die gleiche Organisation durch die ganze Gruppe sich erhält. Doch waren die ersten Zergliederer des Blutegels nicht sofort auf diesen Punkt aufmerksam geworden, und selbst Cuvier (Vorlesungen 1809) nahm noch den Bauchstrang für wirklich einfach; meines Wissens ist Spix (1813) der erste gewesen, welcher hierin das Richtige sah. Aus eigener Anschauung habe ich mich von diesem paa-

rigen Charakter des Bauchmarkes überzeugt an den Gattungen *Sanguisuga, Haemopis* Brdt. (*Pseudobdella* Blainv., *Aulacostomum* Moq. Tand.), *Nephelis, Branchiobdella, Piscicola, Pontobdella, Branchellion, Clepsine.* Uebrigens liegen beim Embryo und noch bei ganz jungen Egeln die beiden Längsstränge verhältnissmässig weiter auseinander als später, was man sowohl bei Embryonen von *Nephelis*, die aus dem Cocon genommen werden, als auch bei ganz jungen noch von der Mutter herumgetragenen *Clepsinen* leicht sich vorführen kann. Wir können aus diesem Verhalten eine Stütze für den Schluss entnehmen, dass, wenn bei Gattungen ausgewachsener Würmer die Längsstränge bleibend auseinander verlaufen, dies einen niedriger stehenden Rang in der Ausbildung des Nervensystems beurkunde.

Es wundert sich vielleicht mancher Leser, warum ich das Gedoppeltsein der Längsstränge des Bauchmarkes hier so besonders heraushebe; der Grund, warum dies geschieht, wird aus dem Folgenden ersichtlich werden. Zuvor will ich noch darauf hinweisen, dass auch in den zahlreichen Anschwellungen oder Knoten des Bauchmarkes, obschon hier eine völlige Verschmelzung der paarigen Hälften stattgefunden zu haben scheint, die zwei durchsetzenden und anschwellenden Längsstränge denn doch auch nicht einmal hier ihre Selbstständigkeit völlig aufgegeben haben. Am meisten fällt dies Verhalten in die Augen an dem ersten Bauchganglion oder der sog. unteren Portion des Schlundringes sowohl vom gemeinen Blutegel, als auch von anderen Gattungen. Man setze zu diesem Zwecke den genannten Theil von *Sanguisuga medicinalis* einem schwachen Drucke aus, nachdem man ihn isolirt, und dabei zuvor gesorgt hat, dass das Ganglion seine Rückenseite dem Beschauer zukehrt. Es zeigt sich jetzt, dass die von der oberen Portion des Schlundringes (Gehirn) herabgekommenen zwei Faserzüge (Commissuren) innerhalb der unteren Portion während ihres Durchtrittes zwar anschwellen und ziemlich nahe beisammen liegen, aber keineswegs mit einander verschmelzen, im Gegentheil, man findet jetzt, dass die beiden Längszüge sich nur durch eine Anzahl kurzer Querbrücken verbinden, so dass zwi-

schen je zwei Brücken ein querovaler Raum übrig bleibt, durch welchen, was hier gleich mit bemerkt sein mag, einige Muskeln hindurch treten. Solcher Zwischenräume zähle ich vier. Noch ehe mir dieser Bau der unteren Portion des Schlundringes bekannt geworden war, hatte ich mir längere Zeit an den übrigen Bauchganglien das Dasein zweier eigenthümlicher heller Körper gerade im Mittelpunkte der Ganglien (bei Betrachtung ihrer oberen Seite) zu erklären gesucht. Dieselben halte ich jetzt für die scheinbaren Querschnitte zweier Muskelcylinder, welche ebenfalls durch eine Lücke aufsteigen; denn auch in den Bauchknoten verschmelzen nur an zwei Stellen die verdickten Längsstränge und lassen dadurch in der Mitte einen kleinen Raum frei, der den Muskeln zum Wege dient. Dieselbe Organisation der unteren Portion des Gehirns sehe ich bei *Piscicola respirans* und *Nephelis vulgaris*. Bei *Branchiobdella* lassen sich wegen der Kleinheit des Nervensystems sowohl die Spalten in der unteren Hirnportion, als auch an den übrigen Bauchknoten, wenn man einmal darauf achtsam geworden ist, fast noch leichter erkennen[1]), als bei den grösseren Egeln.

Man weiss gegenwärtig, dass beim Blutegel das Bauchmark nicht bloss aus zwei Längssträngen besteht, sondern dass zwischen beiden ein dritter, wenngleich schwacher Längsstrang in eben so scharfer Sonderung wie seine beiden Begleiter herablaufe. Wir verdanken diese Kenntniss den Untersuchungen Faivre's[2]), und es ist wahrscheinlich, dass dieser von dem Entdecker als intermediärer Nerv bezeichnete Strang allen Hirudineen eigen ist. Ich kann denselben wenigstens nicht bloss für *Sanguisuga medicinalis* und *Haemopis* bestätigen, sondern kenne ihn auch bei *Nephelis vulgaris*, *Piscicola respirans*; selbst an einem lange schon in Weingeist aufbewahrten Exemplare von *Pontobdella muricata* lässt sich derselbe an scharfen Querschnitten deutlich wahrnehmen, nicht minder sehe ich ihn als ganz fei-

1) Eine gute Präparationsweise ist, ganze Thiere einige Tage in Essigsäure und dann in Glycerin zu legen.

2) Ann. d. sc. nat. 1856. Tom V. u. VI.

nen Faden zwischen den zwei Hauptsträngen bei *Branchiobdella*. An allen habe ich mich überzeugt, dass er gleich vom ersten Bauchknoten (untere Portion des Schlundringes) beginnt und so von Ganglion zu Ganglion zieht. Als rein medianes Gebilde wurzelt er in einer der Querbrücken, welche im ersten Bauchganglion die Längsstränge verbinden und nimmt auch in den übrigen Bauchknoten immer seine Richtung auf die Stellen zu, an denen die zwei Längszüge zusammenfliessen. Hier und da steht, was schon Faivre abgebildet hat, dieser intermediäre Strang während seines Verlaufes zwischen den zwei Hauptsträngen mit dem einen oder dem anderen durch einen kurzen Querbalken in Verbindung, doch möchte zu bemerken sein, dass solche verknüpfende Querbalken im Ganzen selten und immer nur einseitig sind (*Sanguisuga medicinalis*). Gute senkrechte Schnitte durch die untere Leibesregion des Blutegels belehren uns auch, dass der intermediäre Strang innerhalb des gemeinsamen Neurilems tiefer liegt, als die beiden Hauptstränge, also mehr der Bauchseite anr gehört. Es entspricht ohne Zweifel dieser Nerv dem unpaaren, zwischen zwei Ganglien verlaufenden Stamme, welchen Newport bei Insecten entdeckte. Bei einer anderen Gruppe der Ringelwürmer, den Lumbricinen, bleiben die beiden Längsstränge des Bauchmarkes, obschon sie hier noch näher als bei den Hirudineen zusammen liegen, ebenfalls immer getrennt. An den durchsichtigen Naiden (*Nais elinguis, Stylaria proboscidea, Chaetogaster diaphanus, Saenuris variegata, Enchytraeus*[1])) springt dies Verhalten bei der gewöhnlichen

1) Bezüglich dieser Gattung möchte ich hier anmerken, dass mir in Tübingen die Henle'sche Art *E. vermicularis* noch nicht zu Gesicht gekommen ist, obschon ich Reihen von Blumentöpfen, in denen sie z. B. in Würzburg gar nicht selten durch Begiessen an die Oberfläche zu locken war, untersuchte. Hingegen finde ich bei Tübingen in den feuchten Schluchten eines Waldes (Burgholz) unter modernden Blättern zwei andere Arten in grosser Menge, von denen die eine *Enchytraeus galba* Hoffm. ist, die andere in vielen Stücken auf den von d'Udekem entdeckten und benannten *E. ventriculosus* passt und auch wohl dieselbe Art sein mag, obwohl ich dann nicht in Allem mit dem genannten Autor (Bullet. d. l'acad. roy. d. scienc. d. Bel-

Untersuchung leicht in die Augen, und sollten sich für die grösseren Lumbricinen Zweifel erheben, so mache man Querschnitte durch das in Weingeist erhärtete Thier und man wird sehen, dass beim Regenwurme, an welchem nicht nur Gustav Carus (1834) die Stränge zusammengeschmolzen sein lässt, sondern auch noch Faivre (1856) in diesem Sinne eine Abbildung giebt, die zwei Längsstränge durchaus ihre Selbststän-

---

gique. 1854) übereinstimmen könnte. Beide Arten sind schon mit freiem Auge, und unter dem Mikroskop leicht von einander zu unterscheiden, wie aus folgender vorläufiger Zusammenstellung ersichtlich ist.

Enchytraeus galba:	*Enchytraeus ventriculosus*:
Der ganze Wurm härter,	Der ganze Wurm weicher,
rein walzig und schmal,	etwas platt und breiter,
vordere Körperhälfte grau, mit weissen Punkten (Eier),	vordere Körperhälfte erst grau, dann gelblich,
hintere Körperhälfte stark durchscheinend,	hintere Körperhälfte weniger durchscheinend,
Bewegungen etwas steif,	Bewegungen sehr agil, schiebt sich rasch hin und zurück,
Sattel schwach,	Sattel viel stärker (gewölbter und länger),
Borsten mehr gerade, die mittleren der Einzelbüschel kürzer; freies Ende stumpf.	Borsten stark und gekrümmt, in einem Büschel alle gleich lang; freies Ende spitz.

Hat man lebende Thiere von beiden Arten in Weingeist geworfen, dann nach einigen Stunden mit Essigsäure behandelt, so tritt mikroskopisch schon bei geringer Vergrösserung ein weiterer Unterschied sehr grell hervor. Die Art, welche ich vorläufig auf *E. ventriculosus* d'Udekem beziehe, zeigt an jedem Ringe einen Gürtel scharf abstechender Flecken (Hautdrüsen). Sie gehören der Rückenfläche an, stehen gehäuft am Kopfe, nehmen an Zahl nach dem hinteren Körperende ab, stehen jedoch wieder gehäuft am Schwanzglied. Von diesen Drüsen mag es abhängen, dass der Wurm einen geringeren Grad von Durchsichtigkeit an sich hat, als die andere Species, bei der die Drüsen kaum angedeutet erscheinen, jedenfalls einen ganz hellen Inhalt haben und darum bei der obigen Untersuchungsweise sich gar nicht bemerklich machen. Dass die Form des Gehirns und Bauchmarkes bei beiden Arten ganz erheblich abweiche, soll nachher gesagt werden.

digkeit bewahren, was sich übrigens bereits im Bau der unteren Portion des Schlundringes offenbart. Denn auch hier findet keineswegs eine völlige Zusammenschmelzung der den Schlund umfassenden Commissuren statt, sondern wovon ich mich bei *Lumbricus agricola* mit Sicherheit überzeugte, es besteht in der Medianlinie der unteren Hirnportion eine Anzahl hinter einander liegender Lücken oder Zwischenräume, so dass nur durch die Substanzbrücken eine Verbindung der zwei Längsstränge hergestellt wird. Bei genanntem Wurm bedarf es allerdings einer etwas sorgfältigen Präparation, um gute Ansichten zu erhalten, hingegen giebt es ein sehr gemeines Würmchen, das bei seiner grossen Durchsichtigkeit ohne sonderliche Mühe das gleiche erkennen lässt und zwar in ausgesprochnerem Maasse. Es ist *Chaetogaster diaphanus*, bei dem die Zwischenräume so weit sind, dass das Bauchmark, in so lange es im Bereiche des Kopfsegmentes liegt, eine entfernte Aehnlichkeit mit einer Strickleiter gewinnt. Ich möchte zugleich durch diese Mittheilung die Angabe berichtigen, welche der letzte Beobachter unseres Anneliden, Oskar Schmidt[1]), veröffentlicht hat, derzufolge, wenn sie richtig wäre, *Chaetogaster* eine merkwürdige Ausnahme von seinen Verwandten machen würde. Nach genanntem Beobachter wäre nämlich der Bauchnervenstrang „ein breites, rechts und links unregelmässig ausgeschnittenes und gezacktes Band", und dieser Auffassung entsprechend ist auch der Anfangstheil des Bauchmarkes von ihm bildlich[2]) dargestellt worden. Ich will gern zugeben, dass dem ersten Anschein nach und besonders bei Untersuchung des lebenden und sich bewegenden Thieres man den Eindruck erhalten mag, es sei der Bauchstrang in seinen beiden Seitenhälften asymmetrisch gebaut; allein genaueres Zusehen thut doch dar, dass auch hier dem Bauchmark das Ebenmaass (die Symmetrie) nicht fehle und dass insbesondere der Anfangstheil, den Oskar Schmidt einfach bandartig zeichnet, eine strickleiterähnliche Natur an sich trage. Durch die Zwischenräume

1) Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1846.
2) A. a. O. Fig. 4 auf Taf. XV.

sieht man abermals Muskeln durchtreten, die zum Pharynx gehen. Dass die beiden Längsstränge auch im weiteren Verlaufe, obschon nahe beisammen, dennoch selbstständig bleiben, glaube ich nicht eigends hervorheben zu müssen, da sich *Chaetogaster* hierin ganz wie andere Naiden verhält.

Von dem bei den Hirudineen vorkommenden intermediären Nerven sehe ich bei Lumbricinen keine Spur.

Hinsichtlich der Kiemenwürmer (*Branchiata*) gehen mir eigene Erfahrungen so gut als ganz ab; aber die so überaus schönen Arbeiten, welche Quatrefages über diese Gruppe von Meerwürmern in den Annal. d. sc. natur. niedergelegt hat, erlauben uns den Schluss zu ziehen, dass auch bei diesen Anneliden keine wirkliche Verschmelzung der zwei Bauchstränge zu Einem statt habe, sondern dass ein Gesondertbleiben auch hier gesetzlich sei, wobei kaum zu bemerken nöthig sein wird, dass ich von jenen Formen völlig absehe, welche, wie die Gattungen *Serpula, Sabella, Hermella* durch das Auseinanderweichen der beiden Seitenhälften ein Bauchmark besitzen, das nach der ganzen Länge des Leibes die Form einer Strickleiter wiederholt, sondern ich meine jetzt jene Fälle (Nereiden), wo in ähnlicher Weise wie bei den Lumbricinen ein anscheinend einfacher Nervenstrang in der Medianlinie herabläuft, wodurch unsere bisher vorgetragene Ansicht eine Einschränkung erfahren würde; aber Quatrefages bemerkt hierzu mehrmals, dass auch bei dieser Form des Bauchstranges die scheinbar verschmolzenen Längsstränge desselben durchaus gesondert bleiben.

II.

Das Bauchmark der echten Sternwürmer (*Gephyrea*) besteht nicht aus zwei, sondern aus einem einzigen Längsstrange.

Man reiht nach dem Vorgange Quatrefages' die merkwürdigen Gattungen *Sipunculus, Echiurus, Thalassema, Bonellia, Priapulus*, welche früher zu den Strahlthieren, den Echinodermen und zwar in die Nähe der Holothurien gestellt wurden, gegenwärtig und wohl mit mehr Berechtigung den

Würmern an, als ein Bindeglied zwischen Holothurien und Anneliden. Die Anlage des Nervensystems, seine Zusammensetzung aus Schlundring und Bauchmark, spricht auch für diese systematische Anschauung. Doch unterscheidet sich die weitere Anordnung in einem wesentlichen Punkte von dem Typus der Anneliden, was ich auf Grund von Untersuchungen zu behaupten wage, die ich an einem Weingeistexemplare von *Sipunculus nudus* angestellt habe. Die ganze Gruppe der Sternwürmer wird dadurch in einen gewissen Gegensatz zu den Ringelwürmern gebracht. Krohn[1]), der frische Thiere vor sich hatte, lässt zwar das Bauchmark unseres *Sipunculus* aus zwei Seitenhälften bestehen, die durch eine seichte Furche von einander getrennt seien. Von einer solchen Furche war an meinen Präparaten nicht nur Nichts zu bemerken, sondern an Querschnitten, die ich mir durch das Bauchmark anfertigte, sah man zweifellos, dass das (innere) Neurilem die nervöse Substanz keineswegs in zwei Züge abtheilt, sondern dass das Neurilem als ein einfaches, ungetheiltes Rohr die Nervenelemente umschliesst, mit anderen Worten, dass kein gedoppelter, sondern ein einfacher Bauchstrang zugegen sei. Als ich mich von dieser Organisation überzeugt hatte, erwartete ich mit Spannung die angekündigten „Zoologischen Beiträge" von Keferstein und Ehlers, welche frische Thiere zergliedert, aber in ihren vorläufigen Mittheilungen[2]) über diesen mir bedeutsam scheinenden Bau des Bauchstranges geschwiegen hatten. In dem mir jetzt vorliegenden Werke[3]) finde ich zu meiner Freude eine Bestätigung dessen, was ich an dem Weingeist-Exemplare gesehen hatte. Die beiden genannten Naturforscher haben zwar die mich hier beschäftigende Frage nicht aufgeworfen, allein sie bilden den Nervenstrang bei starker Vergrösserung ab, geben auch einen Durchschnitt durch einen in

1) Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1839.

2) Nachr. v. d. Univers. u. d. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. Nr. 24. 1860.

3) Zoologische Beiträge, gesammelt im Winter 18⁵⁹/₆₀ in Neapel u. Messina. Leipzig, Engelmann, 1861.

Chromsäure gehärteten Bauchstrang, und aus allen diesen Figuren erhellt die Richtigkeit des von mir aufgestellten Satzes.

Und dass eben bei den anderen Gattungen der Sternwürmer das gleiche Merkmal vorkomme, lässt sich für die Gattung *Echiurus* aus der Abhandlung Quatrefages' ersehen.[1]) Er sagt, die Structur des Bauchstranges scheine ihm bei diesem Thiere einige Aufmerksamkeit zu verdienen, da — er bemerkt dies mit einer gewissen Vorsicht — im Falle seine Beobachtungen richtig seien, hier die zwei Nervenfäden, welche gewöhnlich die Bauchganglien der Gliederthiere unter einander verbinden, vollständig zusammen geschmolzen seien. Er habe niemals mehr als einen Faserbündel unterschieden und Nichts gesehen, was an eine Trennungslinie erinnert hätte.

Was die *Bonellia viridis* betrifft, so darf man, meine ich, mit ziemlicher Sicherheit aus den Angaben und Figuren, welche die vortreffliche Abhandlung von Lacaze Duthiers[2]) enthält, schliessen, dass genanntes Thier mit *Sipunculus* und *Echiurus* übereinstimmt. Spätere Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob auch bei den noch übrigen Arten der Sternwürmer, auf welche ich einstweilen der Analogie nach in Rede stehende Organisation verallgemeint habe, statt des doppelten sich nur der einfache Bauchstrang findet.

III.

Commissuren des Gehirns mit Spuren der Doppelbildung.

Sowohl bei *Lumbricus agricola* als auch bei *Chaetogaster diaphanus* beobachte ich eine gewisse Duplicität der einzelnen Hirncommissur. Kann man nämlich beim Regenwurme eine der Commissuren von der Seite ansehen, so bemerkt man einen Längsspalt, der die Commissur von der oberen bis zur unteren Hirnportion innerhalb des gemeinsamen Neurilems in zwei Hälften theilt. An *Chaetogaster* vermag man diese Bildung noch leichter zur Ansicht zu bringen dadurch, dass man mit

---

1) Annal. d. sc. natur. Tom. VII. 1847. p. 333.

2) Annal. d. sc. natur. Tom. X. 1858.

Vorsicht ein dünnes Deckglas auf das Thier wirken lässt. Ich glaube wohl nicht zu irren, wenn ich in dieser Organisation den Vorläufer eines wirklichen Gedoppeltseins erblicke, wie solches bei manchen Mollusken (Helicineen) eintritt. Vielleicht gehört auch schon hierher, was Quatrefages von den Hirncommissuren der Nereiden mittheilt, insofern dort jederseits die Commissur aus zwei, in gemeinsamer Scheide liegenden Partien besteht. Freilich soll dort, was einen wesentlichen Unterschied von *Lumbricus* und *Chaetogaster* begründen würde, die eine der Hälften nach vorne sich ganz abgelöst haben.

IV.

Gehirn- und Bauchknoten sind bei den Hirudineen von folliculärem Habitus; gleichmässig glatt bei den Lumbricinen und Branchiaten.

Alle oben aufgezählten Egel, deren Bau mir aus eigener Anschauung bekannt ist, haben mit einander gemeinsam, dass die Nervenzellen oder Ganglienkugeln, welche hauptsächlich die Anschwellungen von Gehirn- und Bauchmark bewirken, in besondere Paquets zusammengefasst erscheinen. Denkt man sich zunächst das Gehirn als schlingenförmige Vereinigung der zwei Bauchstränge oberhalb des Schlundes, so sitzen die mit Ganglienzellen erfüllten Kapseln oder Follikel den einzelnen Gegenden der Nervenkopfschlinge nach den verschiedenen Gattungen und selbst Arten in verschiedener Weise an und verleihen dadurch dem Gehirn ein typisch wechselndes Aussehen. Wir finden, dass die Follikel sich entweder von der Seite her weit gegen die Mittellinie herauf erstrecken und somit wirklich dorsal stehen (*Sanguisuga*, *Haemopis*), oder sie bleiben mehr seitwärts, also tiefer, und dann hat es den Anschein, wie wenn die obere Portion des Schlundringes nur aus der fasrigen Nervenschlinge bestände, was z. B. der Fall ist bei *Clepsine*, *Piscicola*. Ein allgemeiner Charakter im Lagerungsverhältniss ist ferner, dass die Follikel immer der Nervenschlinge an der nach aussen gewendeten Fläche ansitzen. An der unteren Hirnportion ordnen sich die Follikel zu mehreren, gewöhnlich zu vier Längsreihen, wovon zwei in der Mitte, die anderen seitlich

sich gruppiren, z. B. *Nephelis*, *Clepsine*; die ersteren gehören ausschliesslich der Ventralseite des Bauchstranges an, die zwei anderen ragen mehr oder weniger von unten und seitwärts herauf zur Dorsalfläche. An den Bauchganglien treffen wir und zwar wieder an der Bauchseite jederseits ein Paar grosse Follikel, die abermals nach den Arten verschieden mehr oder weniger von der Seite herauf bis zur Rückenfläche sich erstrecken können; in der Mittellinie der Bauchseite liegen ein oder mehrere unpaare Follikel. Am Schwanzganglion, welches bei den Egeln, entsprechend dem hinteren nervenreichen Saugnapfe, sich zu ähnlicher Grösse erhebt, wie das Kopfganglion, ist die Zahl der mit Ganglienzellen erfüllten Kapseln wieder sehr vermehrt und sie gruppiren sich zu paarigen und unpaarigen Reihen.

Weiterhin ist es ein gemeinsames, eine nähere Würdigung verdienendes Merkmal, dass die Kapseln der Ganglienzellen immer mit stark verengter Basis, ja selbst mit einem längeren Stiel, auch wohl mit mehreren solcher Stiele oder Wurzeln den Faserzügen des Bauchmarkes aufsitzen.[1]) Bei manchen Gattungen, *Sanguisuga* z. B., und bei nur oberflächlicher Besichtigung springt diese Organisation nicht sehr in die Augen, tritt aber bei anderen Arten (*Nephelis*, *Clepsine* z. B.) und bei passender Präparationsweise deutlich hervor. Bei *Nephelis* z. B. reicht am frischen Gehirn ein leichter Druck aus, um klar zu sehen, dass die Follikel des Gehirns, indem sie sich in lange Stiele ausziehen, einen auffallend selbstständigen Charakter angenommen haben; Anwendung von Glycerin macht den Druck überflüssig und lässt das Bild noch klarer hervortreten. Die höchste Entwickelung nach dieser Richtung hin zeigt, soweit meine Erfahrung geht, die Gattung *Branchiobdella*, so dass man bei dem ersten Durchmustern des ganzen durchsichtigen Thieres sogar die Follikel übersehen und meinen

1) An den eigentlichen Bauchganglien kann man die Stiele der Kapseln an gelungenen senkrechten Schnitten schön sehen; bei *Piscicola respirans* trafen die Schnitte zuweilen so, dass von den unpaaren, in der Medianlinie liegenden Follikeln zwei Stiele abgehen, je einer für einen der Bauchstränge.

kann, das Gehirn dieses Egels sei durch einen Mangel der Ganglienzellenfollikel ausgezeichnet, es sei gar nicht von beeriger Form, sondern glatt und gleichmässig. In diesem Falle hat man eben nur die Umrisse des fibrillären Theiles des Schlundringes vor Augen gehabt und die sich zwischen die umliegenden Muskeln eindrängenden gestielten Ganglienpaquets unbemerkt gelassen. Um die Stiele der letzteren wahrzunehmen, ist hier gar kein Druck nothwendig. Von den zwei querliegenden länglichen Kapseln der oberen Hirnportion wurzelt jede mit drei Stielen am Querband.

Aus dem Vorbemerkten erhellt noch, dass das centrale Nervensystem der Egel, obschon in den wesentlichen Zügen von übereinstimmendem Bau, doch in den einzelnen Gattungen einen besonderen Habitus an sich hat. Vergleichen wir z. B. das Gehirn der sich so nahe stehenden Gattungen *Sanguisuga* und *Haemopis*, so sind bei dem ersteren Thiere die Follikel der oberen Portion des Gehirns etwas kugliger als bei *Haemopis*, dadurch und weil auch die zur unteren Portion herabgehenden Commissuren kürzer sind, erhält das ganze Gehirn von *Sanguisuga* einen gedrängteren und massigeren Charakter als jenes von *Haemopis*, dem eine mehr schmächtige und gestreckte Tracht zukommt. Bei der ersten Art erscheint im Zusammenhange damit die Oeffnung für den Durchtritt des Schlundes erheblich enger als bei *Haemopis*. Ich werde wohl Gelegenheit finden, über das Gehirn dieser und anderer Egel unseres Landes die Abbildungen zu veröffentlichen.

Gehirn und Ganglien des Bauchstranges sind bei den einheimischen Lumbricinen nie von folliculärer Art, und die bildlichen Darstellungen Quatrefages' über die Branchiaten lassen annehmen, dass diese Gruppe hierin mit den Lumbricinen übereinstimmt. Meine Untersuchungen erstrecken sich auf *Lumbricus agricola*, *Lumbriculus variegatus*, *Enchytraeus galba* und *E. ventriculosus* (?), *Tubifex rivulorum*, *Nais elinguis*, *Stylaria proboscidea*, *Chaetogaster diaphanus*, wo überall die obere Portion des Schlundringes eine glattrandige, höchstens schwach höckerige Anschwellung darbietet, fast immer mit vorderer und hinterer Einkerbung. Und wie sehr abermals die

einzelnen Arten einer Gattung im Umriss der Nervencentren von einander abweichen können, lehrt die Gattung *Enchytraeus*; während nämlich bei *E. ventriculosus* mit mehr kurzem und plattem Habitus die Anschwellung über dem Schlunde einen deutlich paarigen Charakter hat und sich etwa ausnimmt wie das Gehirn von *Nais elinguis*, so sehen wir bei der schlankeren walzigen Art *E. galba* eine unpaare, rein in der Mittellinie liegende ovale Anschwellung, ohne alle Spur einer Theilungsfurche. Auch die Knotenbildung des Bauchmarkes ist bei beiden Arten verschieden, indem bei *E. galba* zwischen je zwei der länglichen Hauptganglien sich ein kurzes rundliches Ganglion absetzt. Jedoch glaube ich ausdrücklich hervorheben zu müssen, dass bei beiden Arten trotz der angedeuteten Abweichungen am Bauchmark dennoch zwei Längsstränge sich zeigen, also der oben besonders betonte paarige Charakter der ächten Ringelwürmer nicht vermisst wird.

Die gangliöse Substanz ist an der oberen Schlundringportion ebenfalls wie bei Hirudineen dorsal angehäuft und bildet (*Lumbricus agricola*) die paarige Anschwellung; an der unteren Schlundringportion und dem Bauchmarke überhaupt liegt die Masse der Ganglienkugeln immer an der ventralen Seite des Bauchstranges und greift nur etwas von den Seiten herauf. Eine Verschiedenheit offenbart sich aber darin, dass sich der gangliöse Beleg entweder continuirlich längs der ganzen unteren Fläche des Bauchmarkes erstreckt mit stellenweiser Anhäufung, so bei *Lumbricus*, in welcher Beziehung ich die entgegenstehenden Angaben und Figuren Faivre's nicht für richtig anerkennen kann; oder die Gangliensubstanz setzt sich zu einzelnen Gruppen ab, es entstehen distincte Knoten des Nervenstranges (z. B. *Nais*, *Stylaria*, *Chaetogaster*). Doch kommt es wohl bei keiner Gattung der Lumbricinen zur Bildung so scharf abgesetzter Bauchknoten wie bei den Hirudineen, da ihnen eben die folliculäre Zusammenfassung der Ganglienkörper fehlt.

V.

Das Bauchmark vieler Hirudineen liegt innerhalb des Bauchgefässes.

Der erste, welcher die Beobachtung machte, dass beim medicinischen Blutegel die ganze Bauchnervenkette im Bauchgefäss eingeschlossen sei, ist Johnson gewesen (1816). Später entdeckte Joh. Müller (1828) dasselbe Verhalten des Markstranges zum Gefässsystem bei *Nephelis vulgaris*, ohne von Johnson Kenntniss zu haben und ohne hinwiederum von der Müller'schen Beobachtung zu wissen, theilte ich dasselbe Factum schon vor längerer Zeit bezüglich der *Clepsine* mit (Ber. d. zoot. Anst. in Würzburg 1849), in einer Anmerkung beifügend: „Auch bei *Nephelis* habe ich mich überzeugt, dass das Bauchmark im Bauchgefäss eingeschlossen liegt.“ [1]) Einige weitere Angaben über diesen Gegenstand folgten in meiner „Histologie d. Menschen u. d. Thiere.“ Ich will für diesmal den medicinischen Blutegel und den Pferdeegel etwas näher besprechen, für welche zwei Arten Joh. Müller ein Umschlossensein des Nervenstranges von Seiten des Bauchgefässes, wie er es bei *Nephelis* richtig erkannt, geradezu in Abrede gestellt hatte: „es finde bei *Hirudo medicinalis* und *Sanguisuga* gewiss nicht statt“, denn hier befinde sich der Markstrang ausser dem mittleren Gefässe am Bauch in seiner eigenen schwarzen Haut eingeschlossen. Aber gerade diese „schwarze Haut“ oder das „äussere Neurilem“, wie andere Autoren fragliche Hülle nennen, ist, wie ich finde, das Bauchgefäss selber, welches bekanntlich dem freigelegten Nervenstrange von *Sanguisuga* und *Haemopis* ein bräunliches, dickliches Ansehen verleiht und leichter oder schwerer von ihm abgestreift werden kann. Als ich dieses „äussere Neurilem“ näher auf seine Structur zu prüfen begann, wusste ich noch nicht, dass dasselbe ein Blutgefäss sei und ich will hier auch nicht die einzelnen Wege aufzählen, die mich nach und nach auf Erkennung des

---

1) Die vergleichend-anatomischen Hand- und Lehrbücher haben bisher von dieser Organisation keine Notiz genommen.

Sachverhältnisses zuführten, sondern gleich die einfachste und am schnellsten zum Ziele bringende Präparationsweise bezeichnen, die darin besteht, dass man von Thieren, die durch Liegen in Alkohol erhärtet wurden, mit einem scharfen Messer Querschnitte behutsam abträgt. An solchen Querschnitten sieht man überall, sowohl am Gehirn, wie am ganzen Bauchmark, dass die braune Hülle mehr oder weniger weit von dem Nervenstrange absteht, während den Zwischenraum die rothe Blutmasse füllt. Die vom Gehirn und den Ganglien entspringenden Nerven durchbohren das Blutgefäss und ich bemerkte mehrmals, wie an dieser Stelle der austretende Nerv gleichsam ringförmig umstrickt war. Vortrefflich zum Studium eignen sich ferner Thiere, die einen Tag lang mit Essigsäure behandelt wurden, da man hier am Nervenstrange, in gewöhnlicher Art herauspräparirt, das zwischen äusserem und innerem Neurilem angehäufte Blut auf weite Strecken hin verfolgen kann.

Ausser den genannten Gattungen ist diese Organisation in der Gruppe der Egel weiter verbreitet. An Weingeist-Exemplaren von *Pontobdella muricata* sehe ich auf Querschnitten deutlich das bezeichnete Verhalten[1]), ferner bei *Piscicola respirans* ebenfalls auf Querschnitten. Neben dem grossen das Bauchmark umschliessenden Blutraume unterscheidet man deutlich das engere, nicht contractile gewöhnliche Bauchgefäss. Dass es aber doch Ausnahmen gebe, lehrt mir *Branchiobdella*. Hier findet sich, was bei den anderen Egeln nicht der Fall ist, eine geräumige Leibeshöhle und es lässt sich schon am lebenden Thiere mit Sicherheit bestimmen, dass der Nervenstrang nicht innerhalb des Bauchgefässes, sondern in der Leibeshöhle liege. Freilich können wir von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus auch sagen, dass diese Ausnahme doch eigentlich

1) In meinen mir noch aus dem Winter 1850 vorliegenden Notizen, wo ich in der Lage war, frische Thiere von *Pontobdella verrucosa* zu untersuchen, habe ich mir schon gezeichnet und angemerkt, dass das Bauchmark in einem grossen, mit eigenen Wänden versehenen Blutraume liege, dann dass eben dieser Blutraum oberhalb des zweiten Bauchganglions eine sphinkterartige Oeffnung über dem Nervenstrange habe.

nur eine scheinbare ist, da ja der Leibesraum des *Branchiobdella* und die grossen Gefässräume im Leibe der anderen Egel offenbar als Modificationen einer und derselben Bildung aufzufassen sind. Ich werde seiner Zeit dies näher begründen.

Eine vielleicht analoge Bildung beobachtet man bei *Sipunculus*. Auch dort ist nämlich ein doppeltes Neurilem am Bauchmark vorhanden, ein äusseres und ein inneres, und Krohn, der zuerst hierauf hinwies, vergleicht auch das äussere Neurilem, dem das Bauchmark einhüllenden Blutgefäss der Egel. Die jüngsten Zergliederer des *Sipunculus*, Keferstein und Ehlers, welche ebenfalls frische Exemplare vor sich hatten, sind nicht dieser Ansicht. Ein Blutgefäss könne die äussere Abtheilung (äusseres Neurilem) nicht sein, da zwischen ihr und der inneren Abtheilung gar kein Hohlraum sich finde, sondern dicht gedrängte Zellen; auch seien in dem Thiere Blutgefässe überhaupt nicht aufzufinden gewesen. Was mich betrifft, so sehe ich an einem lange in Weingeist aufbewahrten Exemplare deutlich das äussere und innere Neurilem; jenes bildet ein geräumiges Rohr, aus welchem das eigentliche Bauchmark an Querschnitten oft weit heraussteht. Zwischen äusserem und innerem Neurilem lagert eine körnig-zellige Masse, welche beim Abstreifen des äusseren Neurilems ziemlich fest dem inneren Neurilem angeklebt bleibt, doch wohl auch auf ganze Strecken vollständig ausfällt, so dass ein scharf begrenzter Raum rings um die eigentliche Scheide des Bauchmarkes ersichtlich wird. Ob jedoch dieser Raum die Lichtung eines Blutgefässes ist, wie Krohn dafür hält, ist mir mehr als unwahrscheinlich und ich möchte die Vermuthung aussprechen, dass man es eher noch mit einem Bau des Nervenstranges zu thun habe, wie er sich bei *Cirrhatulus* und *Clymene* vorfindet. Von diesen Würmern erfahren wir nämlich durch Quatrefages, dass zwischen Neurilem (worunter wohl ebenfalls das äussere Neurilem gemeint ist) und der Nervensubstanz eine eigenthümliche Materie in grösserer Menge sich ausbreite.

Bei den mir bekannten Lumbricinen liegt das Bauchmark nie innerhalb eines Blutgefässes, sondern hat seine eigenen im äusseren lockeren Neurilem verlaufenden Blutbahnen. Bei *Lumbricus agricola* sieht man zwei Längsblutgefässe, eines am

Rücken, das andere an der Bauchseite des Nervenstranges; durch Aeste aus diesen medianen Längsgefässen entstehen seitliche, um vieles schwächere Längsgefässe. Diese letzteren sind es nun namentlich, aus denen die capillare Verzweigung hervorgeht, welche mir insofern einen besonderen Charakter darzubieten scheint, als eigentlich kein capillares Netz zuwege kommt, ich vielmehr zu erkennen glaube, dass es sich immer nur um einfache oder vervielfältigte Schlingenbildung handelt, etwa in der Weise, wie wenn man sich die Capillaren einer Reihe von Hautpapillen höherer Thiere unmittelbar neben einander dächte. Auch im äusseren Neurilem des Gehirns vertheilen sich die zahlreich vorhandenen Capillaren nach dieser Weise.

VI.

Die bisher dem Sympathicus verglichenen Nervenpartien sind wohl richtiger als Hirnnerven anzusehen.

Bekanntlich entdeckte Brandt am medicinischen Blutegel, vorn im Kopfe, hinter den Kiefern drei kleine Knötchen, ein mittleres unpaares und zwei paarige. Ersteres erhalte jederseits ein Fädchen vom vorderen Rande des Hirns, während die letzteren mit den Hirnschenkeln in Verbindung zu stehen scheinen; ausserdem finde sich ein einfacher Nerv auf der Bauchseite des Magens, gerade in der Mitte verlaufend und am Ende des Magens in zwei Aeste zerspalten; seine Verbindung mit den Knötchen sei noch auszumitteln.

Ich habe mir die Brandt'schen Kopfganglien wiederholt von *Sanguisuga* und *Haemopis* zur Ansicht gebracht und bemerke darüber zuerst, dass sie ähnlich wie das Gehirn, obschon im Typus gleich, doch in beiden Gattungen gewisse Unterschiede aufzeigen. Die seitlichen Knoten, durch eine kurze Wurzel mit der oberen Gehirnportion verbunden, ziehen sich bei *Haemopis* mehr in die Länge aus, so dass sie den Schlund an seinem Anfange halbringförmig umgeben; nach vorne trifft ihr Ausläufer auf das vor dem Gehirn ruhende Ganglion, welches hier eigentlich aus zwei durch eine Brücke

verbundenen Hälften besteht. Alle drei Ganglien zusammen und ihre Commissuren erzeugen somit eine Art Band, welches in Form eines Halbringes den Schlund gerade vor den Gehirnportionen umspannt. Bei *Sanguisuga* sind die Lateralganglien stärker und ihrer Wurzel zunächst kuglig aufgetrieben; sie greifen ferner um den Schlund nicht soweit als bei *Haemopis* herab, und endlich zeigt das Stirnganglion keinen paarigen Charakter, sondern erscheint mehr als einfach gangliös verdickter Gipfel eines Nervenbogens. Alle diese Ganglien sind Ursprungsstätten von Nervengeflechten, welche sich auf den Kieferwülsten und auf der Anfangsgegend des Schlundes ausbreiten. Es erfordert übrigens einige Mühe, die Ganglien sowohl wie die Nervengeflechte darzustellen, da nicht nur bei Mangel einer Leibeshöhle Alles zwischen Muskeln, Drüsen, Bindegewebe etc. vergraben steckt, sondern auch Ganglien und Nerven sehr blass und für's freie Auge kaum erreichbar sind. Vielleicht mit ein Grund, warum in neuerer Zeit diese Theile so wenig untersucht wurden, selbst von Denen nicht, welche sonst die Structur des Nervensystems des Blutegels ausführlich behandelten. Am zweckmässigsten hat es mir geschienen, die Thiere in Weingeist zu tödten und auf die herauspräparirten Theile Kalilauge wirken zu lassen oder, und diese letzte Methode möchte noch mehr zu empfehlen sein, man lässt den Egel einen Tag in schwacher Essigsäure liegen; dadurch nehmen die Ganglien eine weisse Farbe an und heben sich von den durchscheinend gewordenen Muskeln besser ab.

Den Brandt'schen unpaaren Magennerven lasse ich hier zunächst unberücksichtigt, da derselbe meiner Auffassung zufolge mit den vorgemeldeten Ganglien und Nervengeflechten nicht in eine Reihe zu stellen ist.

Unter den Lumbricinen wird das sog. Eingeweidenervensystem am leichtesten bei *Chaetogaster diaphanus* beobachtet. Schon am lebenden Thiere erkennt man hinter dem Gehirn auf der Rückenwand des Schlundkopfes einen knotigen oder gangliösen Bogen, dessen Schenkel in den Seitencommissuren des Gehirns wurzeln und bei der Bauchlage des Wurmes zeigt sich weiter, dass die Anschwellungen eine symmetrische Vertheilung

haben, man also eine mittlere glatte Brücke und seitliche Anschwellungen unterscheiden könne. Unter günstigen Verhältnissen bemerkt man auch, dass zahlreiche Nerven, es mögen jederseits gegen sechs sein, von den knotigen Bogentheilen weg sich in der Wand des Schlundkopfes vertheilen.

Mehr Schwierigkeit macht es, bei *Lumbricus* diesen Abschnitt des Nervensystems sich vorzuführen und nur öfters wiederholte Untersuchungen des *Lumbricus agricola* haben mir die Ueberzeugung gegeben, dass hier das Centrum des Visceralnervensystemes ein längliches Ganglion bildet, welches auf beiden Seiten vorkommt und hinsichtlich seiner Lage näher bezeichnet, nach innen und vorne, längs den Hirncommissuren herabzieht. Die Wurzeln dieser beiden Seitenganglien entspringen nur aus der vorderen und inneren Fläche der Hirncommissuren; sie sind kurz und ihre Zahl beträgt für jedes Ganglion 9—10. Aus den Ganglien geht ein dichtes Nervengeflecht hervor, das seine Ausbreitung im Rüsseltheile des Pharynx hat. Da sowohl bei *Sanguisuga* und *Haemopis* als auch bei *Chaetogaster* durch Zusammenstossen der seitlichen Elemente ein Bogen entsteht, so habe ich bei *Lumbricus agricola* speciell Acht gegeben, ob nicht auch hier das gleiche geschehe, aber mit Sicherheit erkannt, dass die Seitenganglien mit ihren oberen Enden sich nicht vereinigen, sondern für sich bleiben.

Was nun die morphologische Deutung dieser Nervenportion angeht, so, glaube ich, wird man die bisherige Auffassung, wonach sie dem Sympathicus der Wirbelthiere entsprechen soll, aufgeben müssen und zwar aus folgenden Gründen. Die aus den Ganglien kommenden Nerven vertheilen sich in die Kiefer- und Mundtheile, sowie in den Schlundkopf. Ein Sichverbreiten auf Magen und Darm habe ich nirgends gefunden. Dann stimmt zweitens der histologische Bau der Ganglien und Nerven des fraglichen Systems mit den Anschwellungen des Gehirns und Bauchmarkes und deren peripherischen Nerven überein. Endlich drittens, und diesen Punkt möchte ich besonderer Beachtung unterbreiten, in *Sanguisuga* und *Haemopis* findet sich ein Magendarmnerv, der nicht nur nach seiner Structur in ähnlicher Weise von den Kopfganglien und ihren Nervenge-

flechten abweicht, wie wir es vom Sympathicus der Wirbelthiere kennen, sondern auch eine gewisse Selbstständigkeit zu besitzen scheint. Ich vergleiche daher die Kopfganglien und deren Nerven den Centralnerven und zumeist dem Vagus der Wirbelthiere.[1])

VII.

Der eigentliche sympathische Nerv der Hirudineen.

Als solchen spreche ich und zwar mit gutem Grunde, wie aus den weiteren Mittheilungen hervorgehen soll, den von Brandt entdeckten unpaaren Magendarmnerven an. Dieser Nerv ist nach genanntem Forscher „ein zartes einfaches, ziemlich gerades unpaares Stämmchen, welches am Ende des Ma-

1) In dieser meiner Auffassung werde ich noch mehr bestärkt durch das, was ich nachträglich bei *Nephelis vulgaris* und *Piscicola respirans* sehe. Es ist mir nämlich bisher durch keine Präparationsweise gelungen, bei genannten Egeln solche „sympathische Kopfganglien" wahrzunehmen, die, obschon im Gehirn wurzelnd, doch nicht gerade Abschnitte der übrigen von der oberen Hirnportion entspringenden Nerven sind, was doch der Fall bei *Sanguisuga* und *Haemopis* ist. Wohl aber, und das scheint mir eben von Werth zu sein in der Frage, wie man die sog. sympathischen Kopfganglien zu deuten habe, sieht man bei *Nephelis* vor dem Gehirn jederseits mehrere Ganglien als unmittelbare Anschwellungen von Hirnnervenästen, welche sich unter geflechtartiger Auflösung auf den Anfang des Schlundes verbreiten, namentlich in die Gegend der drei Falten, welche den Kiefern des medicinischen Egels und des Pferdeegels entsprechen. Sonach sind hier die sog. sympathischen Nerven directe Aeste von Hirnnerven, nur mit der Auszeichnung, dass sie nahe ihrer Abgangsstelle Ganglienknoten besitzen. *Piscicola respirans* ist auf diesen Punkt noch viel schwieriger zu untersuchen, als *Nephelis*; auch mögen in Anbetracht der hervorstreckbaren Schlundröhre besondere Modificationen in der uns hier angehenden Nervenentfaltung stattfinden, ich kann einstweilen mir nur soviel zur Ansicht bringen, dass die von der oberen Hirnportion abtretenden Nerven ebenfalls bald nach ihrem Ursprunge gangliös anschwellen und wenn ich sowohl diese Ganglien, als auch die Spuren von Nerven, welche von denselben entspringen, für analog den bezeichneten Bildungen bei *Nephelis* halte, so wird man diese Ansicht, in so lange keine thatsächlich besseren Kenntnisse gewonnen sind, kaum missbilligen können.

gens gabelförmig sich spaltet.“ Vermuthlich findet zwischen diesem Nervenstämmchen und den Kopfganglien irgend ein Zusammenhang statt, indessen gelang es selbst bei der mit der grössten Sorgfalt zu verschiedenen Zeiten angestellten Untersuchung nicht eine solche Verbindung zu ermitteln.

Merkwürdig genug konnten die nächstfolgenden Beobachter, wie Moquin-Tandon und selbst der im Zergliedern der Anneliden so geübte und erfahrene Quatrefages den Nerven nicht wieder finden, so dass erst vor einigen Jahren (1856), dessen Dasein von Faivre bestätigt werden musste. Wie ich finde, ist der Nerv viel leichter zu präpariren als die Kopfganglien und deren Geflechte, besonders wenn man folgende Methode einhält. Man verwende Blutegel, welche sich vollgesogen hatten und lege sie unverletzt etwa einen Tag lang in Essigsäure. Wir öffnen sie dann einfach der Länge nach vom Rücken her, und spülen den Nahrungskanal rein aus. Mit Hülfe des Mikroskopes lässt sich an solchen Thieren nicht bloss sehen, wie der Nerv über und neben dem Bauchmarke herabläuft, sondern ferner, dass er nach rechts und links an die sich ausstülpenden Magentaschen Aeste abschickt, auch die zwei langen Blindsäcke und den zwischen ihnen herabziehenden eigentlichen Darm bis ans Ende mit zahlreichen Nervenausbreitungen versorgt. Wie Brandt habe ich mir angelegen sein lassen, seine etwaige Verbindung mit dem Gehirn oder den Kopfganglien kennen zu lernen. Obschon ich nun zwar dem Nerven mit Sicherheit am Schlund hinauf bis in den Verbreitungsbezirk der von den Kopfganglien entstandenen Nervengeflechte nachgehen konnte, so ist es mir doch nicht gelungen, einen Austausch oder eine Verbindung der Elemente des Magendarmnerven mit den Geflechten der Kopfganglien zu erblicken, obschon dies Verhalten vermuthet werden muss und in der später anzuführenden histologischen Verschiedenheit der beiderlei Nervenfasern ein Mittel an die Hand gegeben wäre, eine derartige Anastomose als solche zu erkennen. Es scheint vielmehr der Magendarmnerv, den ich für das Aequivalent des Sympathicus der Wirbelthiere halte, im hohen Grade einen selbstständigen Charakter zu besitzen, wofür auch noch die Beobachtung sprechen

könnte, dass sich sein Stamm nach dem Schlunde hin auffallend verdünnt. Trotz all' dieser bisher nur negativen Befunde bin ich doch in Anbetracht der Dinge, wie sie sich bei den Insecten gestalten, der Ansicht, dass Verbindungen da sein werden und namentlich möchte es Aufgabe eines besonderen Studiums sein, festzustellen, ob nicht und inwiefern der oben besprochene „intermediäre Nerv" des Bauchmarkes als centraler Theil des sympathischen Systems zu betrachten sei. Ueber die feinere Beschaffenheit des Magen-Darmnerven siehe unten „zur Structur der nervösen Substanz."

Es hat den Anschein, als ob dieser sympathische Nerv den Lumbricinen vollständig mangele. Ich möchte wenigstens ausdrücklich hervorheben, dass ich trotz aller Aufmerksamkeit beim Regenwurm mit Ausnahme der oben beschriebenen Pharyngealgeflechte am übrigen Nahrungskanal keine Spur eines Nerven angetroffen habe. Auch Faivre hat bereits die gleiche negative Erfahrung gemacht.

VIII.

Das Neurilem des Bauchmarkes mancher Anneliden und Gephyreen enthält eine ihm eigenthümliche Musculatur.

Im Jahre 1846 gab Mandl der Pariser Akademie[1]) von einer merkwürdigen Beobachtung Nachricht, die er am Bauchstrang des Blutegels gemacht hatte. Ein Stück des Nervenstranges, aus dem lebenden Thiere genommen und aus seiner braunen Hülle herausgeschält, zeigte deutliche vitale Contractionen, die durchaus den von Muskeln bewirkten Zusammenziehungen ähnlich waren. Indessen konnte keine Spur von Muskeln in den Nerven nachgewiesen werden und es blieb so, da über die Richtigkeit der ganzen Erscheinung kein Zweifel bestand, nichts übrig, als eine wirkliche Contraction der Nervensubstanz anzunehmen.[2]) Mir waren vor Jahren schon diese

1) Compt. rend. 1846. p. 683.

2) Ich meine mich erinnern zu können, dass ausser Mandl noch ein Anderer über diese Bewegungen des Längsstranges vom Blutegel

Bewegungen ebenfalls aufgefallen und ich glaubte bei *Piscicola* „Muskeln zwischen innerer und äusserer Nervenscheide gesehen zu haben.“ In dieser Angelegenheit vermag ich mich jetzt ganz bestimmt zu äussern, da ich mich und zwar abermals zunächst an feinen Querschnitten des Blutegels, dann aber auch ebenso deutlich am isolirten, vom Blutgefässe befreiten Nervenstrang (*Sanguisuga* und *Haemopis*) vergewissert habe, dass in dem eigentlichen Neurilem (d. h. dem „inneren Neurilem“, wenn man das umhüllende Blutgefäss als „äusseres Neurilem“ bezeichnen wollte) Muskeln und zwar Längsmuskeln verlaufen. Die Muskelcylinder gehören zu den schmalen, indem sie hinsichtlich ihres Dickendurchmessers im Allgemeinen den Cylindern der Stamm-Musculatur nachstehen; sie bilden keine zusammenhängende Lage, sondern ziehen in Abständen und ich habe an einer Stelle des querdurchschnittenen Bauchmarkes etwa ein Dutzend solcher Muskelcylinder gezählt. Fasst man ihre Lage innerhalb des Neurilems noch näher ins Auge, so ist zu bemerken, dass sie ziemlich unmittelbar den Nervenbündeln aufliegen. Die schon oben erwähnten Muskeln, welche an der unteren Portion des Gehirns (erstes Bauchganglion) zwischen den Querbrücken der beiden Faserstränge herauskommen, dienen wahrscheinlich zur Anheftung an die Innenfläche des Blutgefässes, in welchem der ganze Bauchstrang liegt. Ausserdem möchte ich noch weiter hervorheben, dass nicht bloss im Neurilem des centralen Bauchstranges Muskeln vorhanden sind, sondern auch im Neurilem der Seitennerven, wenigstens bevor sie sich theilen. Wie weit sie sich von hier peripherisch erstrecken, habe ich nicht verfolgt. Im Neurilem der Hirncommissuren schienen mir die Muskeln zu fehlen. Allein an einem Glycerin-Präparate, an welchem das Neurilem geborsten ist, ragen an der Rissstelle denn doch unbezweifelbare Muskelcylinder weit heraus. Mit dem Nachweise solcher contractiler Elemente im Neurilem wären somit die Bewegungen des aus dem frischen Blutegel herausgenommenen Bauch-

---

etwas veröffentlicht habe, doch will es mir allem Nachschlagen ungeachtet nicht gelingen, die Notiz aufzufinden.

stranges erklärt[1]), und man hat nicht nöthig, der nervösen Substanz selber die Contractilitäts-Erscheinungen zuzuschreiben.

Die übrigen Egelarten werden wohl alle eine entsprechende Organisation haben. Einstweilen habe ich mir hierauf *Pontobdella muricata* (Weingeistexemplar) und *Piscicola respirans* angesehen und in beiden vom Dasein der Muskeln mich überzeugt. Bei *Piscicola* sah man auf dem Querschnitte des Bauchmarkes an einer ganglienlosen Stelle etwa 9 Muskelcylinder; ein Bauchganglion auf dem senkrechten Schnitte liess etwa eben so viele erkennen, die im Neurilem zwischen den zwei Längssträngen, dem intermediären Strang und den Follikeln der Ganglienzellen verliefen.

Hat man sich mit der Musculatur am Bauchmarke der Egel vertraut gemacht, so wird man sie noch leichter beim Regenwurme zu Gesichte bekommen, denn hier erreicht dieselbe am Bauchnervenstrange einen viel höheren Grad der Entwickelung. Es lassen sich schon an frischen Stücken des Bauchmarkes von *Lumbricus agricola* die Längsmuskeln des Neurilems erkennen, aber vortrefflich zum Studium sind abermals mit Essigsäure behandelte Querschnitte von Thieren, die in Alkohol erhärtet wurden. Solche Präparate thun dar, dass sowohl an der oberen, wie unteren Seite des Bauchmarkes, zwischen dem äusseren mehr lockeren, zelligen Neurilem und dem inneren derberen, anscheinend mehr homogenen eine dicke Längsmusculatur herabzieht, deren Elemente wieder zu einzelnen Bündeln abgegrenzt erscheinen. Was die Verbreitung betrifft, so habe ich die Muskeln an der über dem Schlund liegenden Hirnportion, sowie an den Commissuren vermisst; sie beginnen erst an der unteren Hirnportion, erstrecken sich nach der ganzen Länge des Bauchmarkes bis ans hintere Ende, wo die Muskelbündel, wenn auch bedeutend dünner geworden, doch noch vorhanden sich zeigen.

Die erwähnten Muskeln kommen wohl auch noch anderen

---

1) An Querschnitten sieht man auch in der Wand des den Nervenstrang umschliessenden Blutgefässes zerstreute Längsmuskeln, was man indessen kaum auffallend finden kann.

Lumbricinen zu, so meine ich sie z. B. bei *Lumbriculus variegatus* gesehen zu haben, obschon hier wegen der Feinheit der Elemente die Beobachtung unklarer ist. Selbst bei *Chaetogaster diaphanus* scheinen sie mir da zu sein; untersucht man wenigstens lebende unverletzte Thiere, so ist die Bewegung des Bauchmarkes von einer Art, dass sie nur von einer solchen Muskellage abgeleitet werden kann. Bei den Contractionen des Thieres wird nämlich das Bauchmark nicht einfach oder passiv zusammengeknickt, sondern zieht sich selbstständig zusammen. Die Bedeutung dieser Musculatur scheint denn auch darin zu liegen, dass mit ihr das Bauchmark die Fähigkeit gewinnt, bei den mannichfachen und unter Umständen sehr heftigen Krümmungen der Würmer sich diesen Bewegungen anzupassen, ohne dadurch einem Drucke ausgesetzt zu sein.

Von den Sternwürmern habe ich bisher nur das schon gedachte Weingeistexemplar von *Sipunculus nudus* prüfen können, allwo ich am Bauchmarke ebenfalls deutliche Züge von Längsmuskeln finde. Keferstein und Ehlers melden (a. a. O.) von dieser Organisation Nichts. Hier liegen die Muskeln nur im äusseren Neurilem (Blutgefäss nach Krohn); auf dem Schwanzganglion lösen sich die bisher rein längsverlaufenden Züge in Geflechte auf. Auch im dicken Neurilem der Seitennerven lassen sich die Muskel nachweisen; die contractilen Elemente sind bei *Sipunculus* von gleicher Art wie bei den Regenwürmern, helle Bänder und ohne die Achsensubstanz, welche die Muskelcylinder der Blutegel immer besitzen.

Wenn man bei Quatrefages[1]) liest, dass in *Echiurus* der Bauchstrang und die abgehenden Aeste von einer dicken, derben, weissen Hülle umgeben seien, so darf man es für wahrscheinlich halten, dass eine weitere Untersuchung auch hier Muskeln im Neurilem nachweisen wird, auf deren Dasein zum Theil die angeführten Eigenschaften beruhen.

---

1) A. a. O. p 333: „Une enveloppe épaisse, résistante et de couleur blanche, revêt toutes les parties de cet appareil, et se continue sur chaque filet nerveux.“

IX.

Zur weiteren Structur des Neurilems.

Das sog. äussere Neurilem von *Sanguisuga* und *Haemopis*, welches locker den Nervenstrang umhüllt und von welchem oben ausgesagt wurde, dass es ein Blutgefäss sei, hat eine bräunliche Farbe, herrührend von verästigten Pigmenteinlagerungen. An Thieren, welche einige Tage in Essigsäure waren, nehmen diese Pigmentfiguren ein etwas eigenthümliches Aussehen an, so dass man in Zweifel geräth, ob es nicht Blutgefässnetze, Capillaren, seien. Sie sind aufgequollen, haben eine durchaus scharfe Abgrenzung und bilden so zierliche Netze, dass man fortwährend an Blutcapillaren erinnert wird. Auch haben unter bezeichneten Umständen die im übrigen Körper verbreiteten verästigten Pigmentfiguren dasselbe netzförmige und gefässartige Ansehen, wie jene den Nervenstrang umspinnenden. Und doch kann ich sie nicht für Gefässe halten, da auf Querschnitten kein Lumen in ihnen sichtbar wird, sie vielmehr auch dann solid aussehen. Nach meiner Meinung bleiben es verästigte, pigmenthaltige, unter einander zusammenhängende Bindegewebszellen. Das äussere Neurilem (Blutgefäss) hat im Allgemeinen nach innen eine scharfe, glatte Grenzlinie, ohne dass sich Balken von ihm zum eigentlichen (oder inneren) Neurilem herüberspannten, was denn auch zum Theil der Grund ist, warum der Nervenstrang so leicht „von der äusseren, braunen Hülle gereinigt“ werden kann. Ein die Lichtung auskleidendes Epithel fehlt. Nach aussen hängt die Wand des Blutgefässes mit der Bindesubstanz des Körpers continuirlich zusammen.

Fasst man das eigentliche Gewebe des weissen, derben inneren Neurilems ins Auge, so finden wir, dass es bei genannten Egeln aus einer festen Bindesubstanz besteht, deren Zellen nach ihrer gewöhnlichen Tracht als schmale, beiderends sich verjüngende Streifen erscheinen. Der Kern wird durch Essigsäure meist deutlich; in dem engen Zellenraume liegt nicht selten eine Reihe kleiner Fettpünktchen. An Thieren, die einige Zeit in Essigsäure aufbewahrt wurden, erscheinen die

Zellen in scharfe Längsstriche, vom Habitus elastischer Fasern, ausgezogen.

Das Neurilem erzeugt bei den Hirudineen am Gehirn und den Bauchganglien nicht bloss die bereits oben erwähnten fachartigen und beutelförmigen Abgrenzungen zur Aufnahme grösserer oder kleinerer Mengen von Ganglienkugeln, wodurch genannte Partien das folliculäre Aussehen erhalten, sondern ausser diesen von andern Forschern als „Dissepimenten" bezeichneten Fortsätzen lässt sich noch ein zweites, ganz feines Fachwerk nachweisen, welches von den grösseren Abtheilungswänden ausgeht und durch die nervöse Substanz sich erstreckt. Um dasselbe uns vorzuführen, entnehmen wir den Ganglien eines in doppelt chromsaurer Kalilösung gelegten Blutegels feine Schnitte und setzen sie, nachdem man zuvor Kalilauge hat einwirken lassen, einem Drucke aus; es kommt dadurch ein feines, zierliches Schwammgewebe zur Ansicht, in dessen Räumen offenbar die durch den Druck entwichenen Ganglienkörper untergebracht waren.

Bei den Lumbricinen ist Manches wesentlich anders. Das Neurilem scheidet sich hier wirklich in ein äusseres, welches den Charakter eines lockeren, zelligen Bindegewebes hat und Träger der Blutgefässe ist, und in ein inneres, um vieles derberes, anscheinend von rein homogener Natur, was sich jedoch nach Reagentien dahin berichtigt, dass auch in ihr längliche, spaltförmige Bindegewebskörper, Kügelchen enthaltend, zugegen sind. Dieses Neurilem umhüllt aber einfach die nervösen Elemente, ohne weder grössere Dissepimente, noch ein feines Fachwerk nach innen auszubilden, womit denn auch die Erscheinung zusammenhängt, dass hier die Ganglienzellen einem auf sie wirkenden Drucke eher ausweichen, also viel nachgiebiger gelagert sind als bei den Hirudineen.

Vom äusseren Neurilem des *Sipunculus* geben Keferstein und Ehlers an, dass dasselbe aus platten Zellen zusammengesetzt sei, womit ich mich nicht einverstanden erklären kann. An dem mir vorliegenden Weingeistexemplare besteht, im Einklange mit den übrigen Würmern, das äussere Neurilem (Blutgefäss nach Krohn), als auch das innere aus fester, homo-

gen streifiger Bindesubstanz und nur am Schwanzganglion bemerke ich zwischen den oben erwähnten Muskelgeflechten des Neurilems grosse klare Zellen, denen man wohl die Bedeutung von Bindesubstanzzellen zulegen darf.

X.
Zur Structur der nervösen Substanz.
a. Hirudineen.

Die Ganglienkugeln sind bekanntlich bei den verschiedenen Egelarten immer ohne Mühe erkennbar und ich habe bereits bezüglich der Gattungen *Sanguisuga, Haemopis, Piscicola, Pontobdella* an einem anderen Orte mitgetheilt, dass die Ganglienkörper nach der Natur ihres Inhaltes, also abgesehen von ihrer Grösse von mehrerlei Art sind. So besitzen bei *Piscicola* z. B. die einen — und das sind an Zahl die überwiegenden — ausser einem hellen Kerne mit vielen Kernkörperchen einen feinkörnigen Inhalt; die anderen, in nur geringer Zahl vorhanden und an Grösse, die vorigen bedeutend überragend, haben eine grossbröckliche, wie geronnene, leicht gelbliche Inhaltsmasse. In neueren Untersuchungen stosse ich bei *Sanguisuga* auf Ganglienzellen, deren Inhalt aus dichten Haufen kleiner Fettkörnchen besteht. Dergleichen eigenartige Ganglienkugeln scheinen nicht den anderen eingemengt zu sein, vielmehr in besonderen Paquets zusammen zu sitzen.

Dass die Ganglienkugeln die Ursprungsstätten der Nervenfasern sind, darf als eine ausgemachte Thatsache betrachtet werden, doch scheint mir das nähere Verhalten der beiden Theile zu einander, wenn ich nach meinen jüngsten Erfahrungen schliesse, etwas anders zu sein, als die herkömmliche Annahme lautet. Ich finde nämlich, dass die Ausläufer der Ganglienzellen, wenn sie nicht zur Verbindung der Zellen unter einander dienen, stets gegen centrale Anhäufungen einer feinkörnigen Substanz gerichtet sind und dass sie sich bei ihrem Eintreten in dieselbe in sehr feine Fibrillen auflösen, der Art, dass die breiten Stiele grosser Ganglienkugeln in eine Menge von Fäserchen zerfallen, die viel feiner als die Primitivfasern der peripherischen Nerven sind. Diese letzteren entstehen erst jen-

seits der moleculären Centralmasse und sind wahrscheinlich als neue Einheiten einer Anzahl der verschmolzenen Fäserchen zu betrachten. Diese directe Beziehung, welche die sich auffasernden Fortsätze der Ganglienkugeln zu der centralen Punktmasse haben, erklärt auch die Erscheinung, dass man sich zwar die Stiele der Ganglienkörper bei jeder Präparationsart ohne Mühe zur Anschauung bringen kann, dass sie aber, will man sie weiter verfolgen, immer abreissen, was eben da geschieht, wo sie in die Punktmasse einsetzen. Zur Würdigung der centralen Punktsubstanz bei den Hirudineen erlaube ich mir noch zu bemerken, dass ich bereits früher (1855 in Müller's Archiv) aufmerksam machte, dass bei den Spinnen der Kern des Gehirns eine feine Punktmasse bilde, und um diese herum, einer Rindenschicht gleich, sich die Ganglienzellen gruppiren, dann später sah ich bei Insecten[1]) und Krebsen (Daphniden) dieselbe Erscheinung. Auch hier bestehen die Nervencentren aus einer granulären Mitte und einer peripherischen Zellenschicht. Diese Textur wird sich wohl mit der Zeit als eine allgemeine der Wirbellosen herausstellen, wenigstens kann ich zu den genannten Würmern, Insecten, Spinnen und Krebsen jetzt schon die Lungenschnecken, Helicinen, reihen, bei denen dieser Bau ebenfalls deutlich zu sehen ist.

Ganglienkugeln sind bei den Hirudineen nicht bloss im Gehirn und den Anschwellungen des Bauchmarkes enthalten, sondern erscheinen auch da und dort in peripherische Nerven eingelagert, ohne dass sie gerade immer eine merkliche Volumenszunahme des Nerven an dieser Stelle verursachen. Längere Zeit ist dies Verhalten z. B. von den Seitennerven der *Sanguisuga* bekannt; in anderen Fällen ist die Anhäufung der Nervenzellen so gross, dass besondere peripherische Ganglien entstehen, wohin z. B. die Seitenganglien der *Pontobdella* gehören, nicht minder die von Quatrefages an den Gehirnnerven gefundenen Ganglien. Ja selbst in den letzten Entfaltungen der Hautnerven lassen sich noch zellige Elemente nachweisen: ich gewahre so an feinen mit Essigsäure behandelten

1) Naturgeschichte der Daphniden. 1860. S. 35.

Hautschnitten von Egeln, welche in Alkohol zuvor erhärtet wurden dass hier in einzelne Nerven noch kleine Ganglienkugeln eingeschoben sind, ganz ähnlich, wie ich es früher aus der glasartig hellen Haut der *Carinaria* abbilden konnte.

Weitere Berücksichtigung dürfte verdienen, dass die Commissuren des Gehirns, sowie die Verbindungsstränge des Bauchmarkes, obschon sie dem ersten flüchtigen Blicke nach denselben Bau zu haben scheinen, wie die Stämme peripherischer Nerven, bei näherem Zusehen doch nicht ganz mit den letzteren übereinstimmen. In den Commissuren nämlich sind, was auch bereits Faivre ermittelt hat, die Nervenprimitivfasern noch keineswegs so selbstständig geworden, als solches in den Gehirn- und Bauchgangliennerven von ihren Wurzeln an bis zu den letzten Verbreitungen der Fall ist. Die nervöse Substanz der Commissuren besteht weniger aus deutlichen Primitivfasern, als vielmehr aus Punktmasse, die allerdings in Längszüge geordnet sein kann. Um den hier gemeinten Unterschied sich gut zur Anschauung zu bringen, wähle man nicht etwa frische Thiere, sondern Exemplare, welche in einer Lösung von Kali bichr. gelegen haben; hier erscheinen in den Seitennerven des isolirten Bauchmarkes scharfe, deutliche Primitivfasern, ungefähr von der Dicke mittelstarker Nervenfasern des Frosches und ragen auch aus dem durchschnittenen Neurilem in gleicher Selbstständigkeit hervor, wie bei Wirbelthieren. Abweichend hiervon ist das Bild, welches die Commissuren geben. Die Röhre des Neurilems umschliesst hier eine streifig-pulverige Masse, die auf dem Querschnitt auch als feinfaserige und körnige Substanz hervorquillt. Doch will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass an Egeln, die einige Zeit in Essig aufbewahrt wurden, die Längszüge innerhalb der Commissuren um vieles schärfer sich ausgeprägt haben. An erhärteten Egeln habe ich durch Querschnitte Präparate erhalten, die vermuthen lassen, dass in der Achse der Commissuren reine Punktsubstanz vorherrsche, in der Peripherie aber die Bildung zu streifigen Zügen vorgeschritten sei. Auch in den Commissuren fehlen gangliöse Elemente nicht vollständig. Nicht bloss unterscheide ich deutlich an der die oberen Hirnganglien ver-

bindenden Brücke eine kleinzellige Rinde, die von den Ganglien weg die körnig-faserige Substanz umhüllt, sondern auch in den Commissuren des Bauchstranges fallen innerhalb der fibrillären Nervensubstanz Flecken auf, fast wie kernige Einlagerungen, von denen ich mit Hülfe von Reagentien gesehen zu haben glaube, dass es in der That Nuclei sind, umgeben von einem Hofe scharf gerandeter, an Fett erinnernder Körnchen. Ausserdem erblickt man in den Längscommissuren, ungefähr halbwegs zwischen je zwei Ganglien, in jedem der Längsstränge einen sich von seiner Umgebung merklich abhebenden Körper. Derselbe ist ziemlich gross, oval, hell und scharf gerandet, zeigt in seinem Inneren nach der einen Spitze zu eine abscheidende Querlinie, und obschon er wohl in die Reihe der Nuclei gestellt werden darf, so hat er doch nicht das Aussehen gewöhnlicher Kerne.

Mit Bezug auf die vorhin betonten Unterschiede der Nervensubstanz in den Commissuren einerseits und die eigentlichen Nerven andererseits komme ich noch einmal auf die letzteren zurück. Es ist bekannt, dass die Nerven wirbelloser Thiere häufig eine sehr geringe Differenzirung zu faserigen Elementen zeigen und man für solche Fälle auch besser von einer fibrillären Punktsubstanz, anstatt von eigentlichen Nervenfasern spricht. Nerven von lebenden, oder eben getödteten Blutegeln genommen, erscheinen auch nicht viel anders, als es eben im Allgemeinen angedeutet wurde; Reagentien hingegen ändern das Bild in überraschender Weise um. Die Nervenstämme von Thieren, welche ein oder mehrere Tage in schwacher Essigsäure gelegen haben, bieten dem Blicke Nervenprimitivfasern von ebenso bestimmten Umrissen dar, wie wir es von den Nerven der Wirbelthiere zu sehen gewohnt sind. Eine besondere Hülle der einzelnen Faser (Vagina nervi) existirt nicht, aber ein distinctes Neurilem begleitet selbst die einzeln ihren Weg fortsetzende Faser bis dahin, wo sie unter allmähliger Verdünnung und blasser geworden in feine Endspitzen ausgeht. Letztere sah ich zum Theil sich an Muskelcylinder anheften, theils sich frei verlieren, nachdem sie zuvor auch wohl durch kleine Ganglienkörper leicht angeschwollen waren.

Präparate von der eben bezeichneten Art lassen auch ohne Mühe und sicher wahrnehmen, dass die Nervenprimitivfasern nicht bloss in ihrer peripherischen Ausbreitung sich wiederholt theilen, sondern dass auch innerhalb der Stämme, wie schon Faivre mitgetheilt hat, Theilungen und dadurch hervorgerufene anastomotische Verbindungen der Primitivfasern ausserordentlich häufig sind.

Hinsichtlich der eigentlichen Gestalt der Nervenprimitivfasern sei auch bemerkt, dass dieselben nicht cylindrisch, sondern platt sind, was sich gut zeigt, wenn aus einem querdurchschnittenen Nervenstamm die Elemente eine Strecke weit hervorstehen.

Ich habe oben gesagt, dass die bisher zu den sympathischen Nerven gerechneten Kopfgeflechte histologisch verschieden seien von dem Magen-Darmnerven, den ich als den eigentlichen Vertreter des Sympathicus der Wirbelthiere ansehe und will diesen Punkt jetzt näher beleuchten. Die Primitivfasern der vom Gehirn und den Bauchganglien entspringenden Nerven, man könnte sagen, der cerebro-spinalen Nerven, sind nicht bloss scharfrandiger und von dunklerem, kräftigerem Habitus als die Elemente des Magen-Darmnerven, sondern besitzen auch ein deutliches Neurilem, welches selbst, wie angegeben, die isolirt verlaufenden Fasern umhüllt, hingegen den sympathischen Nerven sowohl am Stamm als an den einzeln verlaufenden Fasern völlig abgeht. Sehen wir uns nun die Kopfganglien und die aus ihnen hervorgegangenen Geflechte auf ihre feinere Beschaffenheit an, so bestehen die Ganglien aus Neurilem und Ganglienkugeln, die letzteren im Allgemeinen etwas heller, als jene der Gehirn-Anschwellungen; nur die Partie der Seitenganglien, welche hart an der Gehirnwurzel liegt, enthält nach der Farbe gesättigtere Ganglienkörper, ungefähr so, wie die des Gehirns. Die aus den Ganglien entstandenen, die drei Kieferwülste und den Pharynx versorgenden Geflechte weisen Primitivfasern auf von ebenso scharfrandigem, kräftigem Habitus, wie jene der eigentlichen Hirnnerven sind; überall ist das begleitende Neurilem sichtbar, das denn auch die an zahlreichen Knotenpunkten in grösserer oder geringerer Menge eingestreuten Gang-

lienkugeln zusammenhält. Es stimmen also die bisher als Kopftheil des Sympathicus betrachteten Nervenpartien im histologischen Verhalten mit den cerebro-spinalen Abschnitten so überein, dass sie als Theile dieser Nervenregion angesehen werden dürfen. Nicht so die Nervengeflechte des Magens und Darmes. Hier fällt uns bei der ersten flüchtigen Besichtigung auf — ich beziehe mich immer auf den medicinischen Blutegel, — dass weder der mediane Hauptstamm, noch die von ihm abgehenden Aeste, noch deren letzte peripherische Ausbreitungen eine eigene, bindegewebige Hülle, oder ein Neurilem besitzen; ferner dass die Ganglienkugeln nie in Haufen beisammen liegen, mit gemeinsamer Umhüllung, sondern vollkommen frei ausgestreut erscheinen in die weiche, gallertige Bindesubstanz, wodurch denn auch dem Beobachter der Vortheil erwächst, das Verhalten der Ganglienkörper zu den Nervenfasern in grösster Schönheit und Klarheit zu überblicken. Ferner ergiebt sich der weitere wichtige Unterschied, dass die Nervenprimitivfasern von durchaus anderem Habitus sind, als die gleichen Elemente des spinalen Systems. Sie zeigen eine längsgranuläre Strichelung, ihr Rand ist feinzackig, um es kurz zu sagen, sie erinnern lebhaft an die freien Axencylinder der sympathischen Fasern der Wirbelthiere; Theilungen und Anastomosen der Fasern sowohl innerhalb der Stämme, als auch in der Endausbreitung sind wie am spinalen System etwas constantes. Bei der gewöhnlichen Präparation, indem man ein ausgeschnittenes Stück der Magenwand flach ausbreitet, erhalten die Nervenfasern gern eigenthümliche, auffallende Querstriche, die sich der näheren Prüfung als optischer Ausdruck von Falten ausweisen, eine Beschaffenheit, die nach Umständen in gleicher Weise an anderen Elementen, namentlich gern an feinen Blutgefässen sichtbar wird.

Es ist von besonderem Interesse, einen Abschnitt des medianen Hauptstammes des Sympathicus (Brandt'scher Magennerv) auf eine gewisse Strecke mit seinen Geflechten im Einzelnen zu verfolgen. Man sieht, dass der Hauptstamm etwas dünner ist, als die Wurzel eines aus den Bauchganglien kommenden Seitennerven und aus 10—12 Fasern besteht, denen

Zahl aber nach dem vorderen Ende zu, wenn der Stamm schon hoch hinauf zum Schlunde gelangt ist, auf 5 Fasern und weniger herabsinkt. Während seines ganzen Verlaufes wird der Abgang von Nervenfasern dadurch ersetzt, dass immer wieder neue Ganglienkörper an seiner Seite auftreten, deren Stiele als Nervenfasern sich dem Stamme zugesellen. Das Gleiche wiederholt sich an den Seitenästen. Auch die Endgeflechte enthalten noch zahlreiche Ganglienkörper von verschiedener Grösse, aber immer von einem gewissen gelblichen Schimmer, der alle Ganglienkugeln des Magen-Darmnerven auszeichnet; von diesen Ganglienkörpern schliessen sich die einen mit ihrem Stiele einfach den Nerven an, andere unterhalten durch mehrfache Ausläufer nicht nur Verbindungen mit Nervenfasern, sondern auch zugleich mit benachbarten Ganglienkugeln.

b. Lumbricinen.

Die Ganglienzellen, über deren Lagerung am Gehirn und Bauchmark schon oben gehandelt wurde, sind — ich denke hierbei zunächst an *Lumbricus agricola* — von verschiedener Grösse, die Mehrzahl von einfach birnförmiger Gestalt, manche mit langem Stiele; einzelne, namentlich solche von der grösseren Sorte, besitzen ausser dem gewöhnlichen blassgranulären Inhalt noch einen Fleck gelbkörniger Substanz. Der Nucleolus hat ein scharfes, fast glänzendes Ansehen. Die Ganglienzellen richten ihre Stiele immer gegen eine innere feinpulverige Substanz, zu der sie sich als Rinde verhalten. Am Bauchmarke nehmen die grösseren Nervenzellen mehr die Mitte ein, die kleineren rücken zur Seite.

In Anbetracht der Nervenfibrillen zeigen die Lumbricinen durchweg einen bemerkenswerthen Gegensatz zu den Egeln. Dort sind sie so breit und so selbstständig, wenigstens nach Anwendung von Reagentien, wie die mittelstarken Nervenprimitivfasern der Wirbelthiere; hier bei den Lumbricinen begegnet man niemals scharf ausgeprägten Fibrillen, die nach ihrer Breite denen der Hirudineen zu vergleichen wären, sondern der Inhalt der peripherischen Nerven besteht aus einer Mi-

schung feiner Fäserchen und einer Punktsubstanz, die allerdings zum Theil wieder fibrillär geordnet sein kann.

Belehrend ist es, beim Regenwurme sich Querschnitte durch das Bauchmark zu machen, was mit Hülfe eines scharfen Messers an Thieren, die in Alkohol erhärtet wurden, nicht gerade schwierig ist. An solchen alsdann mit Essigsäure behandelten Scheiben sieht man gut nicht bloss das Verhalten des Neurilems und seiner Musculatur, sondern auch die Lagerung der zelligen und fibrillären Nervenelemente; man unterscheidet deutlich, wie die obere Partie des Bauchmarkes von den zwei Längssträngen eingenommen wird, die Ganglienzellen aber an der Bauchseite lagern und sich zur Seite heraufziehen; was mir aber besonders merkwürdig vorkam, war die Beobachtung, dass diese beiden nervösen Substanzen nicht in einfacher Linie an einander grenzen, sondern in symmetrischer Form tief in einander greifend, eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Querschnitt des Rückenmarks der Wirbelthiere hervorrufen.

Das sog. System der Eingeweidenerven am Kopfe besitzt bei *Lumbricus agricola* Ganglienzellen nicht bloss in den eigentlichen Seitenganglien und zwar zugleich mit fibrillärer Substanz, wobei die Zellen nach unten und vorn, die Fasermasse nach oben liegt, sondern auch das von den Ganglien ausstrahlende Geflecht enthält an vielen Stellen ausser der feinfaserigen Masse noch Ganglienkugeln in grösserer oder geringerer Anhäufung eingebettet.

Neurologische Studien

von

Professor Dr. E. Reissner in Dorpat.

(Hierzu Taf. III A.)

V. Ueber die Wurzeln der Rückenmarksnerven des Menschen.

Untersuchungen an den Rückenmarksnerven des Menschen und der Säugethiere gehören nicht zu den seltenen Erscheinungen; früher haben sie zu verschiedenen, zum Theil einander widersprechenden Resultaten geführt, während gegenwärtig eine grössere Uebereinstimmung der Ansichten Raum gewonnen zu haben scheint. Ich unterlasse es, näher auf die älteren Arbeiten, welche man bei Rosenthal und Henle aufgeführt findet, einzugehen und hebe nur einige neuere Angaben hervor. So sagt z. B. Henle[1]): „Emmert dagegen schreibt den vorderen Wurzeln dickere Primitivfasern zu und ich stimme ihm bei, mit der Bemerkung, dass bei der grossen Schwankung des Durchmessers der primitiven Röhren überhaupt, der Unterschied nicht durch einzelne, zufällig gewählte Messungen gefunden wird. Es stellt sich aber deutlich dadurch heraus, dass die Mehrzahl der Röhren in den hinteren Wurzeln feiner ist, als in den vorderen, ferner dass die dicksten Röhren der vorderen Wurzeln stärker sind, als die dicksten Röhren in den hinteren Wurzeln, und endlich die Zahl der feinsten Röhren in den hinteren Wurzeln viel grösser ist, als in den vorderen.“ Rosenthal gelangte nach zahlreichen Messungen an frischen Nerven verschiedener Thiere (des grü-

1) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. S. 669.

nen Wasserfrosches, des Schaafes, des Hundes, der Ratte, der Gans und des Truthahnes) zu folgenden Schlüssen[1]):

„1) Diameter fibrillae singulae certos quosdam limites tum in omni brutorum serie, tum in singulis animalibus tenet. Secundum mensiones a me peractas summus et minimus diametri singulae fibrillae inter 0,0083—0,0018‴[2]) versatur.

2) In radicibus anterioribus fibrae crassiores, in posterioribus vero tenuiores praevalent.

3) Differentia diametri fibrarum in utraque radice singularum rationem offert constantem et in diversis individuis ejusdem generis et in individuis diversi generis, fere ut 4 : 6."

Bidder und Volkmann theilen unter anderen auch einige Messungen der Spinalnervenwurzelfasern mit[3]):

„I. Beobachtungen am Menschen.
Vordere Wurzel eines Spinalnerven:
kleinste, grösste, mittlere Dimensionen animaler Fasern
0,00046, 0,00100, 0,00073?″[4])
„kleinste, grösste, mittlere Dimensionen sympathischer Fasern
0,00015, 0,00020, 0,00018?″[5])

„II. Beobachtungen am Kalbe.
Hintere Wurzel eines Sacralnerven:
kleinste, grösste, mittlere Dimensionen animaler Fasern
0,00044, 0,00070, 0,00057?″[6])
„Dessen vordere Wurzel:
0,00044, 0,00088, 0,00066?″[7])

---

1) De numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebro-spinalis symbolae. Vratislaviae 1845. p. 11.

2) 0,0083 W. L. = 0,0182 mm., 0,0018 W. L. = 0,0040 mm.

3) Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems, durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842. S. 23.

4) 0,00046 Pariser Zoll = 0,0124 mm., 0,00100 P. Z. = 0,0271 mm., 0,00073 P. Z. = 0,0198 mm.

5) 0,00015 Pariser Zoll = 0,0041 mm., 0,00020 P. Z. = 0,0054 mm., 0,00018 P. Z. = 0,0049 mm.

6) 0,00044 Pariser Zoll = 0,0119 mm., 0,00070 P. Z. = 0,0189 mm., 0,00057 P. Z. = 0,0154 mm.

7) 0,00088 Pariser Zoll = 0,0238 mm., 0.00066 P. Z. = 0,0179 mm.

„kleinste, grösste, mittlere Dimensionen sympathischer Fasern
beide Wurzeln:
„0,00015, 0,00020, 0,00018?"[1])
„III. Beobachtungen an der Katze.
Nerv. spinal, vordere Wurzel:
kleinste, grösste, mittlere Dimensionen animaler Fasern
0,00044, 0,00077, 0,00056?"[2])
„hintere Wurzel:
0,00033, 0,00066, 0,00050?"[3])
Die sympathischen Fasern wie in I. und II.

Bidder und Volkmann sagen ferner[4]): Bei allen von uns untersuchten Thieren, nämlich dem Hunde, Kalbe, Kaninchen, der Katze, Ratte, sowie auch dem Menschen, fanden sich in den vorderen sowohl als hinteren Rückenmarksnerven so zahlreiche dünne Fasern zwischen den breiten, dass man die Menge der beiden Faserarten als gleich nehmen konnte, ausgenommen die vorderen Wurzeln des Menschen, in welchen die breiten Fasern quantitativ vorherrschten. Dabei waren die entsprechenden Fasern immer in Bündeln neben einander gelagert und ihre gleichförmige Vermischung schien, wo sie vorkam, mehr Folge der Präparation zu sein." — Kölliker lässt die hinteren Wurzeln zu $^2/_3$ aus Fasern von 0,004—0,008''' und zu $^1/_3$ aus Fasern von 0,0012—0,003'''[5]), die vorderen Wurzeln zu $^3/_4$ aus Fasern von 0,006—0,011''' und zu $^1/_4$ aus Fasern von 0,0025—0,003'''[6]) bestehen.[7])

Indem ich zu meinen Untersuchungen übergehe, habe ich zunächst zu bemerken, dass die Wurzeln der Spinalnerven oder deren einzelne Abtheilungen, welche getrennt aus dem Rückenmarke hervortreten und erst später zu einer Wurzel

1) 0,00015 Pariser Zoll = 0,0041 mm., 0,00020 P. Z = 0,0054 mm., 0,00018 P. Z. = 0,0049 mm.

2) 0,00077 Pariser Zoll = 0,0208 mm., 0,00056 P. Z. = 0,0152 mm.

3) 0,00033 Pariser Zoll = 0,0089 mm., 0,00066 P. Z. = 0,0179 mm., 0,00050 P. Z. = 0,0135 mm.

4) A. a. O. S. 76.

5) 0,004 Pariser Linien = 0,0090 mm., 0,008 P. L. = 0,0180 mm., 0,0012 P. L. = 0,0028 mm., 0,003 P. L. = 0,0068 mm.

6) 0,006 Pariser Linien = 0,0135 mm., 0,011 P. L. = 0,0249 mm., 0,0025 P. L. = 0,0056 mm.

7) Handbuch der Gewebelehre. Dritte Aufl. Leipzig 1859. S. 258.

sich vereinigen, von einer allgemeinen Scheide von Bindegewebe umhüllt und durch von dieser ausgehende Fortsätze ganz in derselben Weise wie die Wurzel des Nervus oculomotorius in grössere oder kleinere Bündel zerspalten werden. Besonders stark sind die secundären Scheiden an den hinteren Wurzeln oder, anders ausgedrückt, es vereinigen sich meist die Abtheilungen der hinteren Wurzeln nicht so vollständig, als die der anderen, sondern sie bleiben zum Theil isolirt. In der allgemeinen und den secundären Scheiden findet man hin und wieder, im Ganzen aber spärlich, Bindegewebskörper von derselben Beschaffenheit, wie sie von dem Neurilemma der Fasern des Nervus oculomotorius beschrieben wurden.

Ueber das Aussehen der Nervenfasern, welches Querschnitte darbieten, wüsste ich zu dem, was ich vom Nervus oculomotorius angegeben habe, kaum noch irgend etwas hinzuzufügen. Von nicht geringem Interesse aber sind die Verschiedenheiten im Durchmesser der Fasern. Hierbei ist es nicht gleichgültig, welcher Region des Rückenmarkes die Nervenwurzeln angehören. Berücksichtigen wir zuerst die Cervical- und Lumbalnerven. Vergleicht man von diesen Nerven den Querschnitt einer vorderen Wurzel mit dem einer hinteren, so erkennt man schon bei schwachen Vergrösserungen eine auffallende Verschiedenheit; die vorderen Wurzeln zeigen in der Beschaffenheit ihrer querdurchschnittenen Nervenfasern ein gleichmässiges Ansehen (Fig. 1), während die hinteren Wurzeln sich gefleckt ausnehmen (Fig. 2). An Präparaten, die mit Carmin behandelt worden sind, erscheinen die ziemlich gleichmässig über einen ganzen Querschnitt zerstreuten Flecke intensiv roth. Wendet man nun stärkere Vergrösserungen an, so zeigt sich, dass die Flecke Bündel von feinen Fasern, d. h. Nervenfasern sind (Fig. 5). Solche Fasern fehlen auch in den vorderen Wurzeln nicht, aber sie liegen in ihnen nicht bündelweise beisammen, sondern finden sich nur sehr vereinzelt (Fig. 6) und werden daher bei schwachen Vergrösserungen ganz übersehen. — In den vorderen Wurzeln beträgt der Durchmesser der stärksten Fasern nach Messungen an Querschnitten 0,0200—0,0230 mm.; doch sind solche Fa-

sern im Ganzen spärlich, die meisten breiten Fasern haben einen Durchmesser von 0,0152—0,0180 mm.; die feinsten Fasern sind 0,0020—0,0040 mm. breit. Als ein Beispiel über das Verhältniss der feinen zu den starken Fasern mögen folgende Zahlen dienen, die ich bei der Untersuchung irgend eines Bündels einer vorderen Wurzel aus der Lumbalgegend fand. Auf 175 breite Fasern von einem Durchmesser von mehr als 0,0120 mm. bis zu einem von 0,0230 mm. kamen 25 Fasern von 0,0060—0,0120 mm. und nur 8 Fasern von noch geringerem Durchmesser, nämlich von 0,0020—0,0060 mm. Die feinsten Fasern verhalten sich demnach an Menge zu den breiten und mittleren wie 8 : 200 oder wie 1 : 25; die mittelstarken aber zu den starken wie 25 : 175 oder wie 1 : 7. — In den hinteren Wurzeln sind die breiten Fasern weder im Mittel, noch im äusseersten Falle schwächer als die entsprechenden Fasern der vorderen Wurzeln; ja ich habe sogar in ihnen hin und wieder Fasern angetroffen, welche etwas breiter als die breitesten Fasern der vorderen Wurzeln waren, indem ihr Durchmesser bis auf 0,0250 mm. stieg. Da diese breitesten Fasern immer nur in geringer Anzahl anzutreffen sind und oft auch vermisst werden, kann ich kein besonderes Gewicht darauf legen, dass sie gerade in den hinteren Wurzeln wahrgenommen wurden. Sie mögen wohl auch in den vorderen Wurzeln vorkommen, jedoch habe ich sie hier nicht angetroffen. Demnach halte ich mich zu der Behauptung für berechtigt, dass die breiten Fasern in den vorderen und in den hinteren Wurzeln an Umfang einander durchaus gleich zu setzen sind; die bisweilen beobachtete, etwas bedeutendere Stärke der Fasern der hinteren Wurzeln ist so gering, dass ich nicht umhin kann, sie als eine zufällige anzusehen. — In den hinteren Wurzeln sind aber, wie bereits oben angedeutet wurde, die feinen Fasern viel reichlicher vorhanden: in dem ersten, besten, gewählten Bündel zählte ich auf 111 breite Fasern 52, deren Durchmesser höchstens 0,0060 mm. betrug.

Die Dorsalnerven weichen von dem eben geschilderten Verhalten ab, indem bei ihnen die vorderen und die hinteren Wurzeln nicht dieselben Verschiedenheiten darbie-

ten. Es sind vielmehr die vorderen Wurzeln ebenso zusammen gesetzt wie die hinteren; erstere (Fig. 3) erscheinen daher im Querschnitte bei schwachen Vergrösserungen ebenso gefleckt wie letztere (Fig. 4) und enthalten, wie stärkere Vergrösserungen unzweifelhaft darthun, eben so viele, wenn nicht mitunter gar noch zahlreichere, feine Fasern, als die hinteren Wurzeln.

Ausser dem Bindegewebe, welches die Wurzeln oder deren Abtheilungen umhüllt und in Bündel scheidet, findet es sich nur überaus spärlich innerhalb der Bündel selbst. Mit Ausnahme der Dorsalnerven enthalten die vorderen Wurzeln auf Querschnitten viel weniger Bindegewebskörper als die hinteren, die vorderen Wurzeln der Dorsalnerven stimmen auch in dieser Hinsicht mit den hinteren überein. In den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und in den vorderen der Dorsalnerven trifft man die zahlreichsten Bindegewebskörper zwischen den feinen Fasern.

Wenn man aus einem in Chromsäure erhärteten und darauf mit Carmin behandelten Präparate die Nervenfasern isolirt hat, so überzeugt man sich leicht, dass alle Fasern in ihrem Neurilemma Kerne oder Bindegewebskörper enthalten. Bald sind letztere reichlicher, bald spärlicher vorhanden, und zwar zeigt sich diese Verschiedenheit nicht bloss an verschiedenen Fasern, sondern auch an verschiedenen Strecken einer und derselben Faser. Ob kernlose Fasern vorkommen, muss ich bezweifeln, da es immer nur kleinere Bruchstücke von Fasern waren, an denen die Kerne vermisst wurden. Nicht selten beobachtet man Fasern, die über sehr bedeutende Strecken keine Kerne darbieten, dann aber auf einer kleinen Stelle gewöhnlich mehre enthalten. Im Allgemeinen lässt sich behaupten, dass die feinen Fasern reichlicher mit Kernen ausgestattet sind, als die breiten. — Beim Isoliren der Nervenfasern erhält man immer auch freie Axencylinder, an denen hin und wieder grössere oder kleinere Partikeln der Marksubstanz haften. Wenngleich sich diese Axencylinder anders ausnehmen als die sogenannten varicösen Fasern, die man beim Zerlegen frischer Theile des Nervensystemes erhält, so bin ich doch der Ueberzeugung,

dass sie von diesen im Wesentlichen nicht verschieden sind, da ich die varicösen Nervenfasern für nichts Anderes ansehen kann, als für Axencylinder, welche bei der Präparation ihre Hüllen verloren haben und denen grössere oder kleinere Tropfen der Marksubstanz, die übrigens in der grauen Substanz des Gehirnes und des Rückenmarkes von etwas abweichender Beschaffenheit sein mag, ansitzen. Aus den cerebro-spinalen Centraltheilen erhält man nur varicöse Fasern, weil hier ein eigentliches Neurilemma fehlt und die Fasern bloss durch zarte Bindegewebsseptula, welche mehreren Fasern gleichzeitig angehören, geschieden werden; beim Isoliren der Fasern müssen die Septula natürlich zerrissen werden: man erhält demnach bloss freie Axencylinder mit ihnen anhaftenden, unregelmässigen Tropfen der Marksubstanz. —

Aus meinen Betrachtungen ergeben sich folgende Hauptpunkte:

1) Die breiten Fasern der vorderen und hinteren Spinalnervenwurzeln haben gleiche Durchmesser;

2) eine grössere Menge von feinen Fasern ist kein allgemeiner Charakter der hinteren Spinalnervenwurzeln;

3) die vorderen Wurzeln der Rückennerven unterscheiden sich von denen der übrigen Spinalnerven dadurch, dass sie wenigstens eben so viele feine Fasern besitzen, als die hinteren Spinalnervenwurzeln;

4) die feinen Fasern treten bündelweise in den hinteren Spinal- und in den vorderen Dorsalnervenwurzeln, vereinzelt in beiden Wurzeln der Spinalnerven auf.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt eines Bündels einer vorderen Wurzel eines Cervicalnerven vom Menschen bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 2. Querschnitt eines Bündels einer hinteren Wurzel eines Cervicalnerven vom Menschen bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 3. Querschnitt eines Bündels einer vorderen Wurzel eines Dorsalnerven vom Menschen bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 4. Querschnitt eines Bündels einer hinteren Wurzel eines Dorsalnerven vom Menschen bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 5. Ein Theil einer hinteren Wurzel eines Lumbalnerven bei starker Vergrösserung. a, a Bindegewebskörperchen, b Blutgefäss mit Blutkörperchen.

Fig. 6. Ein Theil einer vorderen Wurzel eines Lumbalnerven bei starker Vergrösserung. a, a Bindegewebskörperchen.

Ueber die Fibrae obliquae in dem Magen.

Von

O. Gillenskoeld, Prosector am Königl. Carolinischen medico-chirurgischen Institute zu Stockholm.

(Hierzu Taf. III, B.)

Eine anatomische Untersuchung, der der verstorbene Professor A. Retzius oft seine Aufmerksamkeit zuwandte, war die der Musculatur des Magens; die von ihm erzielten Resultate theilte er bei seinen Vorlesungen mit, und gerade diese Wahrnehmungen sind es, welche nachstehender Darstellung zu Grunde liegen. —

Es scheint, als ob man 3 verschiedene Muskellagen in dem Magen annehmen müsse, nämlich 1) Fibrae longitudinales (äusserste Lage), 2) Fibrae circulares (mittlere Lage), 3) Fibrae obliquae (innerste Lage). Die Meinungen über die Anzahl dieser Muskelstrata sind, wie bekannt, getheilt; Einige haben 2, Andere 3 und wieder Andere 4 dergleichen angenommen. Kurz zusammen gefasst sind die Ansichten hierüber folgende: Die, welche 2 annehmen (Hyrtl, Sappey u. A.), reduciren die Fibrae obliquae zu einer eigenen Abtheilung oder Portion der Fibrae circulares, welche sich dann in die Fibrae circulares und Fibrae obliquae so zu sagen theilen würden. Gueneau de Mussy (Gazette médicale 1842), welcher nur muskelhypertrophirte Magen untersuchte, nimmt vier Lagen an, zwei von der Cardia und zwei von dem Pylorus kommend, die, indem sie sich in einem beinahe rechten Winkel durchkreuzen, sonach den Antagonismus zwischen der Cardia und dem Pylorus repräsentiren, den der verschiedene Bau der Schleimhaut in diesen Gegenden zu erkennen giebt. Seine Hypothesen können jedoch, wie Sapppey (Traité d'Anatomie descript. T. III, p. 107) sagt, schwerlich als bewiesen angesehen werden; er reducirt sonach die Muskellagen ebenfalls nur auf zwei. Die meisten Anatomen der Jetztzeit nehmen 3 Strata an, was wohl auch das Rechte ist, und es erhält sonach der Magensack eine Lage mehr als die übrigen Theile des Darmkanals; diese Lage sind die Fibrae obliquae, welche auch

deshalb als die dem Magen eigenthümliche Muskellage angesehen werden müssen.

Die Fibrae obliquae haben auch verschiedene andere Namen erhalten, wie Fibres à anses, Fibres paraboliques, Fibres elliptiques. Der Erste, welcher diese Fibrae obliquae entdeckt haben soll, ist nach Lieutaud (Zergliederungskunst, Leipzig 1782, 2. Band, S. 503) Bertin (1761) gewesen. Gleichwohl findet man sie, wie A. Retzius bemerkt, bereits von Thomas Willis (Pharmaceutice rationalis, sive diatriba de medicamentorum operationibus in humano corpore, Amstelodami 1682) beschrieben, obschon seine Zeichnungen derselben, ebenso wie die Kölliker's (Gewebelehre 1852, S. 396), und diejenigen in Bonamy's und Brocas' Atlas, nicht ganz naturgetreu sind.

Um die sogenannten Fibrae obliquae in dem Magen zu präpariren und genau zu studiren, ist es nicht hinreichend, die Dissection Lage für Lage von aussen nach innen vorzunehmen, sondern man muss entweder von dem Oesophagus oder dem Duodenum her die innere Fläche des Magens nach aussen kehren, und darauf denselben aufblasen und die Dissection vornehmen, oder, ehe letzteres geschieht, nach Willis Methode ihn kochen, wodurch die Muskelbündel deutlich hervortreten. Eine noch bessere und vollständigere Art, die Magenmuskeln von innen zu präpariren, besteht darin, den umgekehrten Magen mit Gips zu füllen und darauf die Schleimhaut abzutrennen, wodurch man eine deutliche Vorstellung von der innersten Muskellage des Magens erhält und damit zugleich das gewinnt, dass das Organ seine Form beibehält (eine Weise, welche für das Studium der Form-Varietäten dieses Organs der von Luschka angewandten, den Magen aufzublasen und zu trocknen, vorzuziehen sein dürfte). Obengenannte Methode, den Magen und die übrigen hohlen Organe mit Gips auszufüllen, ist bereits seit einer Reihe von Jahren vom Prof. A. Retzius im Anatomie-Saale des Carolinischen Institutes angewandt worden, und das anatomische Museum in Stockholm besitzt eine Menge werthvoller, auf diese Weise verfertigter Präparate.

Wenn man nach einer der obgenannten Methoden die Fibrae obliquae präparirt hat, so findet man, dass sie nicht so scharf und markirt von der nach aussen von ihnen liegenden Muskellage oder den Fibrae circulares, wie diese letzteren von den Fibrae longitudinales geschieden sind; denn die Circulares und Obliquae hängen zusammen und gehen an manchen Stellen in einander über, und dies ist wohl die Ursache, weshalb diese 2 Arten im Allgemeinen nicht als verschiedene Muskelstrata betrachtet worden sind. Gemeiniglich werden die Fibrae obliquae als 2 Muskeln beschrieben, welche links von der Cardia einander kreuzen, gegen welche Annahme man jedoch anzumerken hat, dass man auf sehr vielen Stellen demselben Muskel-

faden von der einen Seite des Magens bis zur entgegengesetzten verfolgen kann. Wenn man auf oben angegebene Weise den Magen von innen dissecirt, sieht man leicht den ganzen Lauf der Fibrae obliquae; sie liegen wie ein Muskelgürtel oder eine Band-Schleife um die Cardia[1]), von wo sie ihren Weg auf der Vorder- und Rückseite bis zum Antrum Pylori (Willis) fortsetzen. Sie reiten gleichsam, wie Gueneau de Mussy sagt, auf dem linken Theile der Cardia und gehen ein kleines Stück den Oesophagus hinauf; ferner hängen sie durch schmale Muskelfäden mit den Fibrae circulares zusammen, sowohl auf der linken Seite der Cardia, wie auf deren Vorder- und Rückseite (Fig. z). Ein besonderer Sphincter Cardiae scheint sich nicht zu finden. Auf dem Fundus des Magens können die Fibrae obliquae als ein besonderes Muskelstratum bis ungefähr $^3/_4$ des Weges (Fig. y) zwischen der Cardia und dem äussersten Punkte des Fundus unterschieden werden; sie gehen hier in die Fibrae circulares über. Auf der Vorder- und Rückseite des Magens setzen sie sich fort und gehen bis zum Antrum Pylori (Fig. p), an einigen Stellen der oberen Kante schmale Muskelfäden (z′) entsendend, die auf der Curvatura minor und Jugum ventriculi (orificiis interjectum Willis) mit den Fibrae circulares zusammenhängen. Beim Antrum Pylori gehen die letzten Enden der Fibrae obliquae in die Fibrae circulares über, ungefähr an der Stelle ($p_,$), wo an der Aussenseite des Magens die Magensehne oder die Ligamenta Pylori gleich unterhalb der Plica profunda (Retzius) und etwas über dem Knie des Magens oder Coude de l'estomac sitzen; parallel mit der Curvatura major gehen die Muskelfasern der Fibrae obliquae bogenförmig in die Fibrae circulares über, einige weiter oben (t′), andere weiter unten (t) an die Magenwand; nach Treitz (Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie, 1857, S. 294) entsenden sie auch mikroskopische elastische Sehnen, welche sich auf der Schleimhaut selbst festsetzen. Die Dicke dieser Muskellage ist an ihrer oberen Kante, besonders der Cardia und der Curvatura minor entlang am stärksten; von da an wird sie in ihrer ganzen Ausbreitung immer dünner, bis sie, wie oben erwähnt, in die Fibrae circulares übergeht.

Am besten ist es wohl für die physiologische Erklärung des fraglichen Muskels, mit Willis eine obere, mehr horizontal laufende Portion (Fig. s) der Fibrae obliquae anzunehmen, welche gabelförmig auf dem linken Cardiatheile reitet und sich von da auf jeder Magenseite bis zum Antrum Pylori („manipulus insignis Pylori Antrum ingreditur", Willis) erstreckt, und eine untere Portion (Fig. t, t′) aus nach unten laufenden Muskelfibern, Verbindungsbündeln mit Fibrae circulares be-

---

1) Nach C. Bauhinus hat dieser Theil seinen Namen καρδία erhalten, „quia ei cum corde societas est."

stehend. Stellt man vergleichende Dissectionen an mehr zusammengesetzten Thier-Magen an, so findet man von diesen Fibrae obliquae zuweilen die obere Portion, zuweilen einen Theil der unteren mehr ausgebildet. Disseeirt man einen Kalbsoder Schafs-Magen von innen, so findet man hier, wie beim Menschenmagen dieselben bandförmigen Fibrae obliquae, auf dem linken Cardiatheile reitend, die von hier aus als ein dickes Muskelbündel ausgehen, zu beiden Seiten das Labium der sogenannten Wiederkäuer- oder der Futterrinne bildend. Der Unterschied ist nur der, dass bei den Wiederkäuern dieses Muskelbündel einen vollständigen Sphincter bildet, weil sich die Fibern rechts auf dem zweiten oder Netzmagen kreuzen, während sie beim Menschen nur $^3/_4$ eines ganzen Sphincter bilden. Von dem dicken Muskelbande laufen bei den Wiederkäuern, wie beim Menschen, Verbindungsfasern mit den Fibrae circulares abwärts, obschon sie sehr klein und schwach sind, wahrscheinlich von einer untergeordneten Bedeutung im Vergleich mit den oberen Portionen der Fibrae obliquae.

Bei anderen Thieren, z. B. dem Seehunde, Affen, der Katze, dem Hunde, Bären etc. findet man ebenfalls die obere Portion am stärksten entwickelt; doch bilden sie hier, wie beim Menschenmagen, keinen vollständigen Sphincter. Im Magen des Pferdes findet man, wie beim Menschen, beide Portionen der Fibrae obliquae ziemlich stark entwickelt. Der Blindsack ist, wie bekannt, der veränderlichste Theil am Thiermagen und man kann sagen, dass die Fibrae obliquae hauptsächlich nur des Blindsacks wegen da sind. Man überzeugt sich davon bei Dissection des Magens von innen, z. B. von *Sciurus vulgaris*, da man dann sieht, dass ein Theil der herablaufenden Portion der Fibrae obliquae hier gleichsam einen besonderen Sphincter-Muskel für den Saccus coecus bildet, der wie ein Appendix auf der Pars pylorica ventriculi sitzt. Bei Thieren mit einfacherem Magen rücken der Oesophagus und das Duodenum weiter von einander ab, d. h. der Oesophagus, der Magen und der Darm werden auf eine Röhre mit einer Ausbuchtung reducirt; wenn nun ein solcher Magen, dem der Fundus fehlt, auf dieselbe Weise von innen dissecirt wird, so vermisst man die Fibrae obliquae und der Magen hat nur die gewöhnlichen zwei Muskellagen des Darmkanals, so z. B. bei *Testudo graeca*, *Rana*, *Bufo*, *Esox*, *Cottus*, *Leuciscus* u. m.

Was nun die Functionen dieser Fibrae obliquae betrifft, so gewinnt man Aufklärung darüber von der comparativen Anatomie und Physiologie. Am leichtesten und deutlichsten überschaut man deren Wirkung im Magen der Ruminantia. Wenn der Bolus zum ersten Male durch den Oesophagus hinunterpassirt, weitet er das Muskelband, das links von der Cardia liegt, aus und die Speise gelangt in den ersten Magen oder Wanst, von wo sie in den zweiten, den Netzmagen geführt wird, um daselbst zu Ballen gebildet zu werden, welche in den Oesopha-

gus hinaufgepresst werden; die nun besser insalivirte Speise wird von Neuem hinuntergeschluckt und passirt den Oesophagus, aber da diese nun von weicherer Beschaffenheit ist, als beim ersten Verschlucken, dehnt sie an der Cardia die Fibrae obliquae nicht aus, welche wie ein Ring ansitzen und den Weg zum ersten und zweiten Magen sperren, sondern die Speisen gehen dafür in den dritten oder Blattmagen[1]) und von da in den vierten oder Laabmagen, wo die eigentliche Verdauung vor sich geht.

Die Fibrae obliquae dienen sonach hier zur Bildung einer Rinne, in welcher die Speisen vor den 2 ersten Magen vorbei in den dritten passiren können; d. h. durch eine Fortsetzung des Oesophagus hinab in den Magen. Denselben Weg nehmen auch Flüssigkeiten, sie gehen direct in den dritten Magen und weiter in den vierten, ohne die beiden ersten Magen zu passiren.

Betrachten wir nun den Eichhorn-Magen, so finden wir, dass der oben erwähnte Muskelgürtel, der wie ein Sphincter vor dem Saccus coecus sitzt, dazu dienen muss, den Fundus, gleichsam wie eine Art Vorrathsmagazin, von der Pars pylorica, als dem eigentlichen digerirenden Theil des Magens, abzusperren.

In dem erstgenannten Falle oder im Wiederkäuer-Magen gehören die Muskeln in den Labia der Wiederkau-Rinne den oberen Portionen der Fibrae obliquae an; im letzteren Falle, oder beim Eichhorn, macht das Muskelband, das den Saccus coecus absperrt, einen Theil der oben beschriebenen herablaufenden Portionen von den Fibrae obliquae aus. Sich sonach stützend auf die comparative Anatomie und Physiologie, nahm A. Retzius an, dass auch die obere Portion der Fibrae obliquae des Menschen-Magens dazu dient, längs der Curvatura minor eine Art Halbrinne zu bilden, welche, je nachdem die Muskelnerven dominiren, sich stärker oder schwächer schliesst; auf diesem Wege (Figur d, e, p) können möglicher Weise flüssige und lockere Sachen, wie Speichel, Getränke etc. vom Oesophagus bis zum Antrum Pylori, vorbei an dem Fundus ventriculi (den zwei ersten Magen bei Wiederkäuern,

1) Nach Haubner (Ueber die Magenverdauung der Wiederkäuer, Anklam 1837) sollte der Bolus von den Labia der Wiederkäuerrinne und nicht im zweiten Magen gebildet werden; er sucht auch nachzuweisen, dass der wiedergekaute Bissen nicht direct in den dritten Magen geht, sondern erst den zweiten passirt; der Oesophagus würde dann keine vollständige Rinne bilden, sondern das Wiedergekaute, wie auch Flüssigkeiten, erst in den zweiten Magen (eine Art Muskelorgan) und von da zwischen die Labia in den dritten gehen, doch giebt er zu, dass von Flüssigkeiten, wenn sie verschluckt werden, ein Theil in die 2 ersten und ein Theil in den dritten Magen gehen kann; beim Kalbe geht jedoch die Milch direct in den dritten und vierten Magen.

oder dem drüsenfreien Theil im Magen der Ratte entsprechend) passiren. Denselben Weg dürften nun wohl auch die Stoffe in entgegengesetzter Richtung, wie bei dem Erbrechen von Galle, Pancreas-Saft, Excrementa etc. nehmen können, welche dann den Weg vom Duodenum durch den Pylorus, Antrum Pylori, weiter durch die Halbrinne in den Oesophagus, an dem Fundus ventriculi vorbei nehmen, und in den Mund aufsteigen.

Da die obere Portion der Fibrae obliquae sich stärker zusammenzieht, so müssen sie den Pylorus der Cardia nähern, wie schon Willis, und später Verheyen (Corporis humani Anat. Lib. I. Amstelodami et Lipsiae 1731, p. 94) angiebt. Nach Bernard (Cours de Physiol. T. II, p. 72. 73) würde diese Annäherung des Pylorus an die Cardia auf der Zusammenziehung der „Cravate de Suisse" beruhen, oder des an der Aussenseite des Magens längs der Curvatura minor laufenden Muskelbündels der Fibrae longitudinales, eine Function, die man nicht wohl dieser „Bandelette" ertheilen kann; am glaublichsten ist wohl, dass dieselbe, gleich anderen longitudinalen Muskeln im Darme zur Erweiterung irgend einer Oeffnung dient (Cardia oder Pylorus), während die Fibrae obliquae wie ein Sphincter wirken; sonach würden diese 2 Muskelstrata Antagonisten sein, d. h. „Cravate de Suisse" wie Dilatator und die Fibrae obliquae wie Constrictor wirken. Beim Erbrechen, welches man gewöhnlich vom Pylorus ausgehend betrachtet (es ist dies ein constanteres Symptom bei ulcera, cancer etc., je näher sich dem Pylorus die afficirte Stelle befindet), ziehen vermuthlich die Fibrae obliquae das Antrum Pylori hinauf, und nähern mithin den Pylorustheil der Cardia und verkürzen den Weg zwischen dem Duodenum und dem Oesophagus.

Ferner müssen die abwärts laufenden Muskelfibern (Fig. t) den Menschenmagen in mehrere Loculamente (Camerae, Cellae, Willis) abtheilen können. In diese Loculamente (Fig. z) kann also die Nahrung von der Halbrinne längs der Curvatura minor hinuntergelassen werden, wobei vielleicht besondere Vorrichtungen entscheiden dürften, in welches Loculament die Nahrung placirt werden soll; ziehen sich nun gewisse der abwärts laufenden Muskelfasern (Fig. vt) eine längere Zeit zusammen, so dürfte die Speise in der einen oder anderen Abtheilung, z. B. in dem am weitesten links belegenen Theile des Fundus (Fig. vt) von den übrigen Nahrungsgegenständen abgeschnürt werden können. Hierdurch erhält man eine Erklärung über das bei Bernard (Cours d. Phys. Paris 1849. T. II, p. 247) erwähnte, von Physiologen noch nicht erklärte Factum, dass man an einem Tage z. B. Kirschen essen kann, den anderen Tag Roastbeef etc., darauf Erbrechen bekommt, und dann beim Erbrechen nicht das letzt Verzehrte, sondern das, was zuerst in den Magen hinunter passirt ist, ausbricht, nämlich in

diesem Falle die Kirschen, und das sogar erst nach 48 Stunden, nachdem die Gegenstände in den Magen gekommen waren; erinnert man sich nun der erwähnten Loculamentbildung, so hat man hiervon eine einfache Erklärung: die zuerst verzehrte Speise kann in irgend einer Tasche eingeschnürt gelegen haben und kommt mehr oder weniger unverändert herauf, da die zusammenschnürende, untere Portion der Fibrae obliquae zur Erschlaffung gezwungen wird. — Ob die Loculamente sich nach der Cardia oder dem Pylorus zu öffnen, das beruht wohl auf dem Nervensysteme. Der Fundus ventriculi macht sonach eine Art Diverticulum aus. In wie weit diese Zusammenziehung, welche man oft am Magensacke eben gestorbener Thiere oder solcher, bei denen man Vivisection gemacht, oder auch oft bei Menschencadavern findet, auf Zusammenziehung der Fibrae circulares oder obliquae beruht, dürfte jetzt wohl noch nicht zu entscheiden sein.

Gewöhnlich wird in Lehrbüchern als Function der Fibrae obliquae angegegeben, dass sie die Contenta dem Fundus zutrieben; wenn man nun auch zugiebt, dass diese Muskellage hierzu etwas beitragen kann, so dürften doch die oben angeführten Functionen die hauptsächlichsten sein. Dieser Muskellage Motus peristalticus zuzuschreiben, wie Bock es thut (Handbuch der Anat. des Menschen, I. Bd. S. 691) kann nicht wohl richtig sein, denn Motus peristalticus und antiperistalticus werden wohl hauptsächlich von den Fibrae circulares des Magens ausgeführt. Wie die Fibrae obliquae in den Magen bei wiederkäuenden Menschen beschaffen sind, ist nicht bekannt; die einzigen anatomischen Facta in dieser Beziehung dürften die Arnold'sche Erweiterung am Oesophagus (nach Luschka nicht Antrum Cardiae) oberhalb des Hiatus oesophageus in dem Diaphragma, mit etwas Muskelhypertrophie, mit Vergrösserung des inneren Zweiges des Nervus accessorius Willisii, wie bei wiederkäuenden Thieren sein (Fr. Arnold, Untersuchungen im Gebiete der Anat. u. Physiol. I. Bd. S. 211). In Menschen-Magen, welche aus einer oder anderer Ursache hypertrophische Muskeln haben, findet man Fibrae obliquae, auf oben beschriebene Weise verlaufend, verdickt, aber gewöhnlich in einem nicht so hohen Grade als die Fibrae circulares. Wir finden sonach, dass der Magen ein zu sehr zusammengesetzten Bewegungen fähiges Organ ist; derselbe ist also keineswegs nur ein Reservoir oder Sack, in welchen die Speisen ohne Ordnung hineingestopft werden, sondern man muss in dem Magen eine bestimmte Vorrichtung voraussetzen, durch welche derselbe unter den Nahrungsmitteln zu wählen und sie in eine gewisse Ordnung und an die richtige Stelle zu placiren vermag. Nachdem die Nahrungsmittel placirt worden sind, werden sie überall dicht von sämmtlichen Muskellagen des Magens umschlossen, was man an Thieren sieht, die, nachdem sie sich satt gefressen hatten, getödtet wurden; könnte man aus einem solchen

Magen die Ingesta in einem Klumpen herausnehmen, würde dieser wahrscheinlich wie ein Abguss des Magens mit seinen Abtheilungen erscheinen. Dem Muskeldrucke zufolge wird aus dem Drüsenapparate (dem chemischen Repräsentanten bei der Verdauung) Succus gastricus auf die Ingesta ausgepresst, worauf diese vermittelst der Fibrae circulares gleichsam dem Pylorus zugepumpt (Carpenter) werden; schliesslich lässt der Sphincter Pylori dem Chymus in das Duodenum freien Weg.

Die Muskeln des Magens besitzen sowohl motorische wie sensorielle Nerven; je nach dem Eindruck, den der Magen von den Ingesta empfängt, setzen die Ganglienzellen diese oder jene motorischen Zweige in Wirksamkeit und bewegen so die Musculatur; denn nach Retzius hat der Magen sein Centralorgan ebenso in der Medulla oblongata, wie die Lungen ihren Nodus vitalis. (Nach Donders, Physiol. des Menschen. S. 293 kann jedoch der Nervus Vagus durchschnitten werden, ohne die Bewegungen des Magens zu stören.)

Möge es mir erlaubt sein, diesen Aufsatz mit den Worten zu schliessen, welche Andreas Retzius in seiner letzten Vorlesung über den Magen äusserte: „Unstreitig ist es als eine mehr grossartige und weise Einrichtung der Natur zu betrachten, wenn ein Organ einfach und dessen Functionen complicirt sind, als wenn das Organ selbst complicirt ist.“

Erklärung der Abbildung.

Figur. Menschen-Magen, umgestülpt, mit Gips gefüllt und dissecirt. — a der querabgeschnittene Oesophagus, b dessen circuläre Muskelfasern, c die Zusammenschnürung, da wo er den Hiatus oesophageus im Diaphragma passirt hat, d Antrum Cardiae s. oesophageum (Luschka), e die circulären Muskelfasern des Magens, f Curvatura minor Ventriculi, g Jugum s. Summitas Ventriculi (Willis), h Plica profunda s. propylorica (Retzius), i die untere linke Ampulle oder Blase („Bubbla“) (Retzius), k die obere linke Ampulle oder Blase („Bubbla“) (Retzius), l Valvula Pylori, m Antrum Duodeni (Retzius), n die obere rechte Ampulle oder Blase, o die untere rechte Ampulle oder Blase, p Antrum Pylori (Willis), q Coude de l'estomac oder grosse Krümmung (Retzius), r die Stelle an der Aussenseite des Magens, wo die Magensehne oder die Ligamenta Pylori an beiden Seiten sitzen, s die obere Portion der Fibrae obliquae, t, t' die untere Portion der Fibrae obliquae, u Curvatura major Ventriculi, v Fundus Ventriculi, x die angenommenen Loculamente, y die Stelle an der Pars lienalis ventriculi, wo die Fibrae obliquae in die Fibrae circulares übergehen, z, z' die Verbindungsbündel zwischen den Fibrae obliquae und den Fibrae circulares, dep die angenommene Halbrinne.

Nachtrag zu meiner Abhandlung über die Controlle der Muskelermüdung.

Von

A. W. Volkmann.

Ich habe im zweiten Bande dieses Archivs S. 705 den Fortschritt der Muskelermüdung im Verlaufe einer Versuchsreihe auf empirischem und theoretischem Wege untersucht und habe dadurch ein Controllverfahren begründet, welches zu beurtheilen erlaubt, in wie weit die von E. Weber vorgeschlagene Ausgleichung der Ermüdung sich der Wahrheit nähere.

Anlangend meine theoretischen Exposition, so stützt sie sich einerseits auf die allgemein gültige Erfahrung, dass unter übrigens gleichen Umständen ein stärker belasteter Muskel mehr ermüdet, als ein minder belasteter, andererseits auf eine höchst einfache Buchstabenrechnung. Mit Zugrundelegung jener Erfahrung und dieser Rechnung lassen sich die mit dem Weber'schen Ausgleichungsverfahren erreichbaren Approximationen allgemein darstellen.

Bezeichnen wir den Ermüdungseffect jedes einzelnen Versuches bei 5 Gramm Belastung mit a
- 10 - - - a + b
- 15 - - - a + b + c

und ordnen wir eine Versuchsreihe von 9 Fällen, in der von Weber verlangten zum Ausgleichen der Ermüdung erforderlichen Weise, so steigert sich die Ermüdung im Verlaufe der Versuche wie folgt:

Versuch	Belastung	Ermüdungsgrösse
1	5 Gr.	a
2	10	2a + b
3	15	3a + 2b + c
4	10	4a + 3b + c
5	5	5a + 3b + c
6	10	6a + 4b + c
7	15	7a + 5b + 2c
8	10	8a + 6b + 2c
9	5	9a + 6b + 2c

Ich darf mich der Mühe überheben, das Weber'sche Ausgleichungsverfahren nochmals aus einander zu setzen und will es ohne Weiteres auf vorstehende Reihe anwenden.

Ermüdungsstufe	Ermüdungsgrössen der verschieden belasteten Muskeln nach geschehener Ausgleichung.		
	5 Gramm	10 Gramm	15 Gramm
No. 3	$3a + \frac{3}{2}b + \frac{c}{2}$	$3a + 2b + \frac{c}{2}$	$3a + 2b + c$
No. 5	$5a + 3b + c$	$5a + \frac{7}{2}b + c$	$5a + \frac{7}{2}b + \frac{3}{2}c$
No. 7	$7a + \frac{9}{2}b + \frac{3}{2}c$	$7a + 5b + \frac{3}{2}c$	$7a + 5b + 2c$

Also selbst wenn die Ermüdungseffecte analoger Versuche im Ablaufe der Zeit constant blieben (selbstverständlich die für Weber günstigste Supposition) würde die Ausgleichung nicht gelingen. Vielmehr würde der nun mit 5 Gr. belastete Muskel um $b/_2$ weniger ermüdet sein, als der mit 10 Gr. belastete und um $b/_2 + c/_2$ weniger als der mit 15 Gr. belastete. Diese Differenzen besagen also, um wie viel die Weber'sche Ausgleichung hinter der Wahrheit zurückbleibt.

Ich hatte nicht geglaubt, dass diese Exposition einen Einwurf zuliesse; gleichwohl bemüht sich Weber, sie umzustossen. Er beleuchtet meine Abhandlung Bd. III S. 530 dieses Archivs und sagt: „Volkmann hat aber, indem er so über mein Compensationsverfahren abspricht, nicht durchschaut, dass dasselbe in der von ihm angezogenen Versuchsreihe nur noch nicht ganz zu Ende geführt worden ist, dass nämlich, um die Ausgleichung der Zahlenwerthe principiell zum Abschluss zu bringen, noch die zweiten Mittel genommen werden müssen, wodurch die Differenzen, an denen er Anstoss genommen, vollständig (!) ausfallen und demnach das ganze obige Raisonnement sich in Dunst auflöst." —

Ich übergehe, dass Weber (S. 79 seiner Abhandlung über Muskelbewegung) zur Ausgleichung der Muskelermüdung lediglich die Berechnung der ersten Mittel gefordert und bei den von ihm ausgeführten Ausgleichungen auch nur diese, nicht die zweiten Mittel, benutzt hat und begnüge mich zu beweisen: dass das Compensationsverfahren durch Herbeiziehung der zweiten Mittel um nichts gebessert wird.

Zieht man aus den für Ermüdungsstufe 3, 5 und 7 berechneten ersten Mitteln die zweiten, so erhält man folgende Werthe:

Mittel aus Ermüdungsstufe	Ermüdungsstufe.		
	5 Gramm	10 Gramm	15 Gramm
3 und 5	$4a + \frac{9}{4}b + \frac{3}{4}c$	$4a + \frac{11}{4}b + \frac{3}{4}c$	$4a + \frac{11}{4}b + \frac{5}{4}c$
5 und 7	$6a + \frac{15}{4}b + \frac{5}{4}c$	$6a + \frac{17}{4}b + \frac{5}{4}c$	$6a + \frac{17}{4}b + \frac{7}{4}c$

Folglich ist der mit 5 Gr. belastete Muskel um $b/_2$ weniger ermüdet als der mit 10 Gr. belastete und um $b/_2 + c/_2$ weniger als der mit 15 Gr. belastete.

Hieraus ergiebt sich: dass die Ermüdungsdifferenzen der ersten und zweiten Mittel absolut gleiche Werthe haben, was zu beweisen war. — Bei der Unangreifbarkeit

dieses Rechnungsresultates brauche ich auf eine Widerlegung der Scheingründe, durch welche Weber die Berechtigung seines Ausgleichungsverfahrens stützen möchte, nicht näher einzugehen, nur so viel sei ausdrücklich bemerkt, dass die S. 535 von ihm mitgetheilte Tabelle lediglich zur Erläuterung dient, wie man aus beobachteten Muskellängen die bezüglichen ersten und zweiten Mittel herstelle, nicht aber den Beweis liefert, dass die Berechnung dieser Mittel mit der Ausgleichung der Ermüdung irgend wie zusammenhänge.

Am Schlusse der angeführten Abhandlung bemerkt Weber, dass so fruchtlos ihm auch unser Streit über Muskelbewegung immer erschienen, er doch geglaubt habe, wenigstens einem nicht unerheblichen Schaden desselben durch Aufdeckung der Blössen meiner Opposition vorbeugen zu müssen. Vielleicht dass die geehrten Herren Fachgenossen sich durch die vorgelegte Probe bestimmen lassen, die angeblichen Blössen meiner Opposition bei gelegentlicher Revision des ganzen Streites noch einmal scharf ins Auge zu fassen.

Ich aber schliesse mit gegenwärtiger Erörterung ein für alle Mal den zwischen Weber und mir entstandenen wissenschaftlichen Streit, den auch ich für fruchtlos halte; für fruchtlos deshalb, weil Weber im blinden Eifer des Streitens auf eine ruhige und vorurtheilslose Prüfung der von mir aufgestellten Bedenken nicht eingeht.

Ganz beiläufig noch eine Bemerkung über den praktischen Nutzen, welche ich den von mir angestellten Untersuchungen über Muskelermüdung glaube vindiciren zu dürfen. Ich habe nicht bloss bewiesen, dass das von Weber empfohlene Ausgleichungsverfahren nie vollständig zum Ziele führen könne, sondern habe auch nachgewiesen, wie weit seine Approximationen von der Wahrheit abirren. Dieser Nachweis ist nicht bloss mit Hülfe der Buchstabenrechnung allgemein durchgeführt worden, sondern ich habe auch das Verfahren erörtert, wie sich für die allgemeinen Werthe bestimmte Zahlen finden lassen. Hiermit werden die durch das Ausgleichungsverfahren bedingten Fehler bekannte Grössen und lassen sich in Rechnung bringen. In allen physikalischen Untersuchungen ist aber die Kenntniss der Fehlergrössen, behufs der erforderlichen Correctionen, von anerkannter Wichtigkeit, und darf ich hoffen, dass späteren Arbeiten im Gebiete der Muskelbewegung jene Kenntniss bisweilen zu Gute kommen werde.

Ueber die Einwirkung der Nervi vagi und des Sympathicus auf das Herz.

Briefliche Mittheilung

von Prof. A. v. Bezold an Prof. E. du Bois-Reymond.

Jena, 4. Januar 1862.

— Ich habe in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Forsblom aus Helsingfors und mit Herrn Stud. med. Röhrig eine experimentelle Analyse der Reizungsversuche an den Herzästen des Nervus vagus am Kaninchen ausgeführt. Die merkwürdigen Resultate Schiff's und neuerlichst Moleschott's forderten hierzu auf. Insbesondere habe ich die Hauptpunkte, die der letztere in seinen „Untersuchungen" weitläufig veröffentlicht hat, sorgfältig geprüft und bei dieser Prüfung alle Hülfsmittel angewandt, welche die hauptsächlich von Ihnen eingeführte Technik gestattet.

Es hat sich hierbei erstlich herausgestellt, dass die elektrische Erregung des Vagus durch Inductionsströme in keinem Falle (unter vielen an Fröschen und Kaninchen angestellten Versuchen) irgend eine Vermehrung der Herzschläge zur Folge hat. Ich habe sowohl einen als beide Vagi mit allen möglichen Reizabstufungen des Inductionsapparates, die entweder durch Rollenabstand oder durch Nebenschliessungen vermittelt wurden, behandelt, und nie eine Beschleunigung der Herzschläge beobachtet. Wo eine Einwirkung auf den Rhythmus der Herzschläge beobachtet wurde, war sie in allen Fällen entweder Verlangsamung oder Stillstand.

Zweitens habe ich, durch die Versuche Moleschott's hierzu veranlasst, den Einfluss constanter Ströme auf den N. vagus des Herzens in möglichster Ausdehnung geprüft. Es zeigte sich hier, wie dies nicht anders zu erwarten war, dass schwache sowohl wie stärkere absteigende Ströme, die im Vagus fliessen (im Gegensatz zu den Angaben Moleschott's) tetanisirend wirken, d. h. dass die Herzschläge hierdurch verlangsamt werden, dass ferner schwache aufsteigende Ströme die Herzschläge ebenfalls verlangsamen, dagegen die Schliessung starker aufsteigender Ströme durch den (durchschnittenen) Vagus keine Einwirkung auf den Rhythmus der Herzschläge ausübt. Die Oeffnung schwacher und starker aufsteigender Ströme im Vagus wirkt dagegen deutlich tetanisirend, d. h. verlangsamend auf die Herzbewegungen,

wenn die Ströme vorher lange genug geschlossen waren. Die Oeffnung schwächerer absteigender Ströme wirkt auch innerhalb gewisser Grenzen der Schliessungsdauer und der Stromstärke schwach tetanisirend, während die Oeffnung starker absteigender Ströme nicht verlangsamend einwirkt. Kurz gesagt: Setzt man beim Nervus vagus statt Zuckung und Tetanus „Verlangsamung der Herzschläge", und statt Ruhe: „Gleichbleiben der Pulszahl", so zeigt sich, dass der Vagus die Erscheinungen des Zuckungsgesetzes und des Pflüger'schen und Ritter'schen Tetanus ebenso zeigt als die Bewegungsnerven.

Endlich habe ich die elektromotorischen Veränderungen des gereizten Nervus vagus untersucht. Sie wissen, dass Moleschott hier eine negative, beziehlich positive Schwankung des Nervenstromes bei einer sehr schwachen Reizung des N. vagus beobachtet hat, dass dagegen die negative Schwankung bei einer den Stillstand des Herzens erzeugenden Reizung nach Moleschott nicht, oder vergleichsweise nur spurweise auftritt. In dieser Beziehung habe ich sowohl am ausgeschnittenen Kaninchenvagus (und einmal am Hunde) als an solchen Nerven experimentirt, die noch mit dem Herzen in Verbindung waren. Es zeigte sich hier in allen Versuchen gleichmässig, dass eine deutliche negative Schwankung des Nervus vagus nur bei dem Grade der elektrischen Erregung auftritt, welcher die Verlangsamung der Pulsationen oder den Stillstand des Herzens herbeiführt. Dagegen zeigt sich bei guter Ausführung der Versuche nie eine Spur negativer und ebensowenig eine positive Schwankung, in den Fällen, wo die Inductionsströme diejenige Stärke besitzen, welche nach Schiff und Moleschott Beschleunigung des Herzschlages erzeugt, nach unseren Resultaten dagegen ohne Einfluss ist. Der Nervus vagus verhält sich demnach in elektromotorischer Beziehung genau so wie motorische und sensible Nerven. Derjenige elektrische Bewegungsvorgang, welcher den gereizten Nerven anzeigt, tritt im Nervus vagus nur dann auf, während dieser Nerv seinen hemmenden Einfluss auf die Herzbewegungen ausübt.[1]) —

Dies sind die Resultate unserer Versuche, die bald zum vollständigen Abschluss gebracht sein werden. Sie zeigen alle übereinstimmend, dass die von Schiff und Moleschott aufgestellte Theorie über die Function der Herzäste des Vagus falsch ist und dass der Vagus unter die Klasse der Hemmungsnerven zu rechnen ist, und sie liefern einen neuen Beleg zur Lehre von der Identität der Nervenfasern und somit der specifischen Energie der Nerven.

---

1) Ich habe mich schon vor Jahren, kurz nach Ed. Weber's Entdeckung, vergeblich bemüht, in dem elektromotorischen Verhalten des N. vagus des Frosches eine Eigenthümlichkeit zu finden, wodurch er sich von anderen Nerven unterschiede. E. d. B.-R.

Ausserdem habe ich noch mehrere Reizversuche am Halstheile des Sympathicus von Kaninchen angestellt. Von diesem hat Moleschott bekanntlich behauptet, dass er ebenso wie der Vagus auf's Herz einwirkt, dass seine schwache Reizung beschleunigend, starke Erregung verlangsamend auf die Herzschläge einwirke. Ich habe weder bei schwacher noch bei starker Reizung dieses Nerven jemals einen Einfluss auf die Herzbewegung entdecken können.

Ueber Herrn Dr. Wundt's „Bemerkung u. s. w." in diesem Archiv 1861, S. 781 ff.

Von Dr. Hermann Munk.

In der 2. Abhandlung meiner „Untersuchungen über die Leitung der Erregung im Nerven" (Archiv 1861, S. 425 ff.) habe ich gelegentlich auf Herrn Wundt's Aufsatz „über secundäre Modification der Nerven" (Archiv 1859, S. 537 ff.) eingehen müssen. Nicht Willens, der ausführlichen Kritik dieses Aufsatzes von Seiten späterer specieller Untersucher der Modificationen vorzugreifen, habe ich mich auf das dort unumgänglich Nothwendige beschränkt und nur den Wundt'schen Grundversuch und einen diesem ähnlichen Versuch besprochen. Herr Wundt hat sich hierauf veranlasst gesehen, eine „Bemerkung" zu meiner Abhandlung zu veröffentlichen. Es ist mir vorbehalten, dieser „Bemerkung" im Folgenden die gebührende Beleuchtung zu Theil werden zu lassen.

Herr Wundt hat beobachtet, dass, wenn er auf eine Nervenstelle gleich gerichtete Inductionsschläge rasch hinter einander einwirken liess, die Zuckungshöhe mehr und mehr zunahm, und hieraus ohne Weiteres geschlossen, dass eine kurze Einwirkung des el. Stromes auf eine Nervenstelle die Erregbarkeit dieser Stelle für die Richtung des Stromes erhöht. Diesen Schluss habe ich angegriffen, weil Herr Wundt vergessen hat, sich Gewissheit darüber zu verschaffen, dass die Zunahme der Zuckungshöhe nicht auf einer auch ohne den Einfluss der Ströme einfach mit der Zeit vor sich gehenden Veränderung beruht hat. Herr Wundt ist trotz der Einfachheit des Falles hier in den Fehler verfallen, dass er, während im Versuche mehrere die Zuckungshöhe beeinflussende Bedingungen variirt wurden, die beobachtete Veränderung der Zuckungshöhe willkürlich als Folge der Variation einer einzelnen jener Bedingungen aufgefasst hat. Und da auf den fehlerhaften Grundversuch alle anderen Versuche des Herrn Wundt sich stützen, habe ich mit vollem Rechte sagen dürfen, dass exacte Aufschlüsse über die Modification des Nerven durch Inductionsströme durch die Wundt'sche Untersuchung nicht gegeben sind.

Hierin hat, von einigen mehr nebensächlichen Bemerkungen abgesehen, meine Kritik des Wundt'schen Aufsatzes bestanden, und Hr. Wundt hat in seiner „Bemerkung" — wie sollte er auch anders! — nicht ein Wort gegen sie vorgebracht. Je mehr aber Herr Wundt durch das, was er anderweitig vorgebracht hat, das Eingeständniss des gerügten Fehlers seiner Untersuchung zu verdecken beflissen gewesen ist, desto mehr liegt mir die Pflicht ob, es hier zunächst hervorzuheben.

Herrn Wundt's „Bemerkung" bestreitet die formelle Berechtigung meiner Kritik, erklärt sich gegen einen dieser letzteren hinzugefügten

Ausspruch und greift schliesslich auch eine Beweisführung in meinen eigenen Untersuchungen an. Wir haben uns mit diesen drei Punkten der Reihe nach zu beschäftigen.

In seinem Aufsatze will Herr Wundt, wie leicht aus der ganzen Fassung desselben zu sehen sei, nur die Beobachtungsthatsachen angeführt haben, ohne sich auf die ausführliche Beweisführung einzulassen, die er später veröffentlichen werde. Wollte ich nicht lieber annehmen, dass Herr Wundt, als er dies niederschrieb, seinen Aufsatz und das in seiner „Bemerkung" nur wenige Zeilen vorher Gesagte bereits ganz vergessen hatte, so müsste ich aus jenen Worten auf eine sonderbare Confusion schliessen, darauf nämlich, dass Herr Wundt Beobachtungsthatsachen und Schlüsse nicht aus einander zu halten weiss. Die Beobachtungen des Herrn Wundt sind die Veränderungen der Zuckungshöhe, seine Schlüsse die Erregbarkeitsveränderungen des Nerven in Folge der Modification durch die el. Ströme. In der Einleitung des Wundt'schen Aufsatzes heisst es, den Gegenstand vorliegender Mittheilung bilde die Erregbarkeitsveränderung des Nerven nach kürzerer Einwirkung des el. Stromes, welche er als „secundäre Modification" bezeichnen wolle; die Thatsache der secundären Modification bestehe darin, dass man nach kürzerer Einwirkung des el. Stromes die Erregbarkeit für die Richtung des Stromes erhöht finde (S. 537). Weiter nach der Beschreibung der Versuchsanordnung „für die vorliegenden Zwecke" und des von mir kritisirten Grundversuches fährt Herr Wundt fort: „Während dieser durch viele absteigend gerichtete Inductionsströme herbeigeführten Modification hat sich die Erregbarkeit für den aufsteigenden Strom nicht in gleicher Weise geändert" (S. 540). Unmittelbar darauf heisst es wiederum: „Wählt man die Inductionsströme so schwach, dass in beiden Richtungen keine Zuckung erfolgt, und modificirt man nun mit absteigenden Strömen, so erfolgt . . nach einiger Zeit eine schwache Zuckung, diese nimmt zu . . (bis zum Tetanus) . ., man kann also unter günstigen Verhältnissen mit Inductionsschlägen, die sich bei normaler Erregbarkeit noch unwirksam erweisen, den ganzen Verlauf der Modification herstellen" (S. 541). Und so müsste ich, wollte ich alle die Stellen aufführen, wo Herr Wundt aus den Veränderungen der Zuckungshöhe ohne Weiteres auf secund. Modification des Nerven geschlossen, an die Stelle von „Zuckungsveränderung" unbedenklich „sec. Modification" gesetzt hat, den ganzen Wundt'schen Aufsatz hierher setzen. Hr. Wundt hat aber mit einer anerkennenswerthen Zuvorkommenheit nicht nur alle weiteren Citate überflüssig gemacht, sondern mir auch die geringe Mühe erspart, aus der Fassung seines Aufsatzes noch nachzuweisen, dass derselbe sogar ein abgerundetes Ganzes über die sec. Modification sein sollte. In dem Eingange seiner „Bemerkung" giebt Herr Wundt als Zusammenfassung seines Aufsatzes eine abgerundete Zusammenstellung einzig und allein seiner Schlüsse — da, wo er wenige Zeilen später nur die Beobachtungsthatsachen in seinem Aufsatze angeführt zu haben behauptet.

Meiner Kritik des Wundt'schen Grundversuches habe ich Folgendes hinzugefügt: „Die Ergebnisse eines in der von Wundt vorgegebenen Weise angestellten Versuches werden nur dann die Erhöhung der Erregbarkeit durch die Modification beweisen, wenn der Versuch zu einer Zeit angestellt sein wird, in welcher die Erregbarkeit der geprüften Nervenstelle bereits im Sinken begriffen war. Während des Ansteigens der Erregbarkeit würde ein rascheres Ansteigen, als erwartet wurde, aus verschiedenen Gründen Nichts über die Modification

lehren. Denn die Kenntniss der Art, in welcher die Erregbarkeit des ausgeschnittenen Nerven ansteigt, wird wohl vorerst nicht so vollkommen erworben werden können, wie es für jenen Zweck nothwendig wäre .... Zudem wird sich immer noch der Einwand erheben lassen, dass durch die häufigen Erregungen das Absterben des Nerven beschleunigt worden sei." Diese meine Bemerkung hat, wie ich mit Vergnügen constatire, den Nutzen gehabt, dass Herr Wundt jetzt seinen Versuch zur Zeit des Sinkens der Erregbarkeit angestellt hat, wo also der von ihm angegebene Erfolg als beweisend für die Modification anzuerkennen ist.[1]) Herr Wundt giebt auch zu, dass die Erregbarkeitszunahme für sich nicht beweisend sein würde, auch wenn sie unter dem Einflusse der Inductionsströme viel schneller erfolgte. „Die Modification ist aber bewiesen", sagt Herr Wundt, „wenn die Erregbarkeit nicht nur schneller, sondern auch zu einer bedeutenderen Höhe ansteigt, als dies ohne den Einfluss der Ströme geschehen würde. Dies ist in der That das wirkliche Verhalten." Herr Wundt will jetzt also gefunden haben, dass das Maximum, bis zu welchem die Erregbarkeit einer Nervenstelle nach der Trennung des Präparates vom lebenden Organismus ansteigt, grösser ist, wenn rasch hinter einander gleich gerichtete Inductionsstösse auf die Stelle einwirken, als ohne diese Einwirkung. Dies Ergebniss muss, da bei einem gegebenen Präparate immer nur eine der beiden zu vergleichenden Grössen durch den Versuch sich ermitteln lässt, aus der Vergleichung mehrerer Versuche gewonnen sein. Eben deshalb aber ist diese theoretisch untadelhafte Methode der Beweisführung von mir nicht aufgeführt worden, da ich ja nicht alle möglichen Beweismethoden habe hinstellen, sondern, wie ich es doch ganz ausdrücklich hervorgehoben habe, nur das habe angeben wollen, unter welchen Bedingungen der kritisirte Wundt'sche Grundversuch an dem einzelnen Präparate beweisend sein würde. Mit vollem Rechte habe ich den Wundt'schen Grundversuch aus dem Grunde, weil er — was ja auch Herr Wundt keineswegs zu bestreiten vermocht hat — zur Zeit des Ansteigens der Erregbarkeit für die Modification nicht beweisend sein würde, als nur zur Zeit des Sinkens der Erregbarkeit beweiskräftig hingestellt.

Herr Wundt hätte sich daher bei einiger Aufmerksamkeit die ungeschickte Wendung ersparen können, mir als Motiv für den letzteren Ausspruch zuerst eine ganz beliebige „Ansicht" zu octroyiren, um sie sogleich darauf für eine „irrthümliche Voraussetzung" erklären zu können. Auch hätte sorgfältiges Lesen Herrn Wundt seine Leser mit der falschen Angabe verschonen lassen, ich schlösse aus meinen Versuchen, dass es überhaupt keine sec. Modification gebe: während doch meine betreffenden Schlüsse mit einer Herrn Wundt freilich fremden Genauigkeit also formulirt sind: (S. 435 Anm. 2) „(Hiernach) muss ich behaupten, dass nach Verlauf von 15 Sek. nach der Erregung das Erregungsmaximum der geprüften Nervenstelle keinesfalls in Folge der Modification erhöht ist" und (S. 436) „Es kann somit keinem Zweifel mehr unterliegen, dass das Ansteigen des Erregungsmaximum, welches wir beobachtet haben, eine einzig und allein von der Zeit abhängige Veränderung desselben gewesen ist."

1) Es ist hierbei aber, wie in meiner ganzen Kritik, vorausgesetzt, dass unter den gegebenen Bedingungen überhaupt aus den Veränderungen der Zuckungshöhe auf entsprechende Veränderungen der Nervenerregbarkeit geschlossen werden darf, was darzuthun der „späteren Veröffentlichung" des Herrn Wundt überlassen bleiben muss.

Aber wie soll man auch Aufmerksamkeit da erwarten, wo die Flüchtigkeit so weit geht, dass Herr Wundt bei der Benutzung Pflüger'scher Resultate diese wiederholt falsch wiedergiebt[1]), meine Abhandlung, in welcher immer und ausnahmslos von Veränderungen des Erregungsmaximum mit der Zeit die Rede ist, von Erregbarkeitsveränderungen handeln und in seinen eigenen Versuchen bald den Nerven, bald den Muskel modificirt werden lässt!

Ich komme endlich zu der nach Herrn Wundt auf einer „verkehrten Schlussfolgerung" beruhenden Beweisführung in meinen eigenen Untersuchungen. Die ohne Verzug nach der Trennung des Präparates vorgenommenen Prüfungen hatten ein anfängliches Ansteigen des Erregungsmaximum zur Beobachtung kommen lassen, und ich habe darin, dass bei eben solchen Prüfungen, die aber erst 40—60 Min. nach der Trennung des Präparates begonnen worden waren, nur Sinken des Err. sich zeigte, den Beweis gesehen, dass das beobachtete Ansteigen des Err. nur von der Zeit abhängig, von der Modification durch die Inductionsströme unabhängig gewesen ist. Nach Herrn Wundt ist dies aber nimmermehr ein Beweis gegen die Modification, denn „wer versichert ihn", fragt er, „dass nicht beim frischen Nerven die Inductionsströme eine viel längere Nachwirkung zurückliessen als beim absterbenden?" Ich habe hierauf einfach zu erwiedern, dass die exacte Untersuchung wohl jeden auch nur im Entferntesten einer Begründung fähigen Einwurf in Rechnung ziehen muss, ganz willkürliche und durchaus unbegründete Einwürfe aber zu vernachlässigen hat. Nicht nur existirt keine einzige Thatsache, welche die Herrn Wundt's Einwurf bildende Annahme irgend berechtigt erscheinen liesse, sondern es lässt sich sogar gegen diese Annahme geradezu geltend machen, dass die Ermüdung, die ebenso, wie die Modification, eine Folge der Erregung ist und unzweifelhaft in sehr inniger, wenn auch bisher noch nicht genügend aufgeklärter Beziehung zur Modification steht, unter sonst gleichen Umständen desto rascher abnimmt, je frischer der Nerv ist. Hiermit ist die Sache abgethan, und ich mache nur zum Ueberfluss noch darauf aufmerksam, dass auch der Fortschritt meiner Untersuchungen die Richtigkeit des von Herrn Wundt fälschlich angegriffenen Schlusses auf das Trefflichste bewährt hat.[2])

Ich schliesse mit dem Bedauern, mir die Zeit, dem Archiv den Raum für diese Entgegnung nicht haben ersparen zu können. So wenig ich mich je scheuen würde, begangene Fehler offen einzugestehen, so wenig habe ich auch ganz grundlosen Angriffen auf meine „Untersuchungen" gegenüber, zumal zur Zeit, wo ich in der weiteren Veröffentlichung dieser begriffen bin, schweigen zu dürfen geglaubt. Irre ich nicht sehr, so liegt es überdies im allgemeinen Interesse, dass Unexactheit und Flüchtigkeit, wo sie möglichster Exactheit und gewissenhafter Sorgfalt anmassend entgegentreten, die gebührende Zurückweisung erfahren.

Berlin, December 1861.

---

1) Dieses Archiv 1859, S. 547; 1861, S. 782. — Vgl. Pflüger, Physiologie des Electrotonus, S. 321 und S. 391.

2) S. Untersuchungen üb. d. Leitung u. s. w. III. Dies. Arch. 1862, S. 14 Anm., Vers. XXIV S. 10, Verss. XXV, XXVIII, XXX u. a. S. 16 ff.

Berichtigung. S. 53 Z. 9 muss es heissen: „sitzt ein schwarzer Körper. Claparède beschreibt einen ganz ähnlichen, der aber an der Leibeswand angewachsen sein soll."

Ueber *Didemnum gelatinosum* M. Ed.

Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Ascidien.

Von

Dr. C. Gegenbaur.

(Hierzu Taf. IV.)

Die Geschichte der Fortpflanzung bei den Tunicaten ist zweifellos eine der reichsten an merkwürdigen Thatsachen, so dass jede neue Erscheinung nur die Fülle zu mehren kommt. Die wechselnden Generationen bei den Salpen und bei *Doliolum*, die Larvenzustände der letzteren Gattung und nicht minder jene der Ascidien bieten eine grosse Anzahl von Thatsachen, die, im Grossen und Ganzen noch wenig unter sich im Zusammenhang, manche sogar erst in undeutlichen Umrissen bekannt, mehr die Weiterforschung anregen als befriedigen können.

Eine kleine, unser norddeutsches Meer bewohnende zusammengesetzte Ascidie liefert zu den schon bekannten Entwickelungsmodis eine neue Combination.

Was zunächst das Thier selbst angeht, so scheint es nicht gerade zu den seltenen Vorkommnissen der Helgoland'schen Fauna zu gehören, wenn es auch bis jetzt noch nicht von dort bekannt wurde. Die Ascidie lebt in Colonien von 10—50 Individuen, die durch eine weiche, gallertartige und völlig transparente Mantelmasse vereinigt sind. Die Einzelthiere erscheinen im gemeinsamen Stocke als gelbliche Punkte von höchstens $1/3'''$ Grösse. Am häufigsten fand ich diese Colonien zwischen den Verästelungen von Hydroidenstöcken, diesen meist nur locker angefügt, seltener in flacher Ausbreitung auf Konchylien. In den nicht proliferirenden Stöcken hat jedes Einzelthier mit

seinen Nachbarn keine andere Verbindung als den gemeinsamen Mantel, in den es, wieder zumeist durch seine eigene Mantelschicht abgegränzt, eingebettet ist.

Jede der kleinen Ascidien ist länglich gestaltet, und lässt einen vorderen und hinteren Körperabschnitt unterscheiden, die beide durch eine Einschnürung meist sehr deutlich von einander geschieden sind. Dadurch reiht sich das Thier an die Savigny'sche Gattung *Didemnum*[1]) an und kommt sogar einer von Milne Edwards beschriebenen Art, *Did. gelatinosum*[2]) genannt, sehr nahe, ja ich würde keinen Anstand nehmen, in der von Milne Edwards beobachteten Ascidie sofort dieselbe Art zu erkennen, wenn nicht einzelnes, weiter unten zu erwähnendes als Unterscheidung anzuführen wäre. Die Unmöglichkeit, mit der Beschreibung des französischen Autors eine völlige Congruenz herzustellen, nöthigt mich zugleich eine ausführlichere Beschreibung des Thieres hier vorauszuschicken.

Der vordere, meist grössere, immer längere Abschnitt eines Thieres enthält vorzugsweise den Athemsack und einen Theil des Enddarmes. Der hintere Abschnitt wird durch die übrigen Eingeweide gebildet, und besitzt eine mehr rundliche Form. Was die einzelnen Organe angeht, so ist ausser dem Athemsack und Nahrungskanale nur Weniges zu ermitteln gewesen.

Der Athemsack ist von länglicher Gestalt, im selten anzutreffenden völlig ausgestreckten Zustande etwa drei mal so lang als breit. Die Eingangsöffnung ist mit acht breiten, an der Basis unter einander vereinigten Tentakeln umstellt (Fig. 5, 6 A, t), die unregelmässig gekerbte Ränder besitzen. Auch ohne ins histologische Detail einzugehen, kann man am Athemsacke zwei Lamellen unterscheiden, eine innere, welche die Kiemenspalten trägt, und dann eine äussere, welche durch eine aus vorherrschenden circulären Fasern gebildete Muskelschicht charakterisirt wird. Am vordersten Theile des Athemsackes ist diese Muskelschicht continuirlich, bildet unterhalb der Ten-

1) Savigny, Mém. sur les animaux sans vertèbres. Sec. Part. Paris 1816. p. 194.

2) Milne Edwards, Mém. de l'acad. des sciences. T. XVIII. 1842. p. 295.

takel eine Art von Schliessmuskel, löst sich aber weiter nach hinten in einzelne oft sich schräg durchkreuzende Züge auf. Die Kiemenspalten stehen in hinter einander liegenden Querreihen, deren in der Regel vier zu beobachten sind. Ich habe aber auch 3 und 5 gesehen. Inwiefern eine solche Vermehrung und Verminderung der Reihen vom Alter abhängig ist, kann ich nicht entscheiden. Jede Spalte erscheint als eine längliche von einem wimpertragenden Wulste umrandete Oeffnung. Der Wimperwulst bildet zugleich das einzige Sculpturwerk im Inneren der Athemhöhle; Leisten u. dergl., wie sie anderen Ascidien zukommen, fehlen gänzlich.

An der einen Seite des Athemsackes verläuft wie auch sonst das Endostyl (Huxley), welches für eine nahe an der Mündung des Sackes beginnende, bis ans Ende führende Wimperrinne die Grundlage bildet. Am hinteren Ende des Athemsackes beginnt trichterförmig der Oesophagus, ohne irgend eine andere Begränzung nach vorne, als etwa die unterste Reihe der Kiemenspalten. Er geht hier sehr rasch in einen dickwandigen Kanal von engem Lumen über, der ohne weitere Veränderungen in den Magen sich einsenkt. Als solchen bezeichne ich den ersten (Fig. 5. 6, i) von drei dicht neben einander liegenden Abschnitten des Darmkanals, die vom Anfangs- wie Endstücke durch grössere Weite unterschieden sind. Es versteht sich hierbei von selbst, dass ich diese Bezeichnungen nur zur anatomischen Unterscheidung benutzen will und keineswegs beabsichtige, mit der Benennung besondere physiologische Functionen des Organes kennzeichnen zu wollen. Der Magen ist meist weiter als die beiden anderen dicht auf ihn folgenden Darmstücke, und alle drei bilden zusammen den wesentlichsten resp. grössten Theil des hinteren Körperabschnittes. Das auf den Magen folgende Stück ist nahebei immer am weitesten nach hinten gelagert, indess das dritte mit dem Magen in gleichem Niveau und mehr nach vorne zu sich findet. Die beiden letzt erwähnten Stücke sind mehr von runder oder ovaler Form, so dass die verschiedenen Durchmesser eines derselben nur wenig von einander verschieden sind. Am mittelsten Stücke (Fig. 5. 6, i') ist der Querdurchmesser zwi-

schen den Verbindungsstellen mit dem ersten und dritten in der Regel der beträchtlichere. Die Wandungen aller drei Erweiterungen sind von ansehnlicher Dicke, und bilden zwischen den einzelnen Stücken weit einspringende ringförmige Falten, die von der grossen Curvatur des Gesammtstückes gegen die kleine zu abnehmen. Eine solche fast ringförmige Falte trennt den Magen von dem Mittelstücke, eine ähnliche letzteres vom dritten Stücke. Je nach den verschiedenen Contractionszuständen der äusseren oder Muskelschicht entstehen noch wulstige Hervorragungen der innersten Schicht der Wandung in wechselnder Ausdehnung und Form. Von den constanten Gränzfalten sind diese dadurch unterschieden, dass die äussere Darmwandschicht sich niemals in sie hinein fortsetzt, so dass sie auf die Epithellage sich beschränkt zeigen. Diese letztere wird aus recht grossen Zellen zusammengesetzt, die im Magen sowie in der zweiten Erweiterung hübsch ockergelb gefärbt erscheinen, am mittleren Stücke dagegen stets farblos oder bei auffallendem Lichte rein weiss, bei durchfallendem dunkel sich darstellen. Es rührt dies Verhalten von zahlreichen feinen Molekeln und Körnchen her, welche die Epithelialzellen dieses Abschnittes dicht erfüllen.

Von der letzten Erweiterung an setzt sich ohne deutliche Abgränzung das Endstück des Darmes zur Seite des Athemsackes fort. Es stellt dieser Enddarm ein gleichmässig dickes, nur an der Afteröffnung etwas engeres Rohr vor, welches je nach seinen Füllungszuständen mit Faecalmassen sich verschiedengradig ausgedehnt zeigt (Fig. 5 f). Die ovalen Faecesballen liegen bis zu 6 immer hinter einander, und sie sind es vorzüglich, durch welche die sonst fast ganz pelluciden Colonien dem blossen Auge leichter unterscheidbar werden. Die Afteröffnung führt nicht in eine besondere Cloake, sondern direct nach aussen, wie dies für die Gattung *Didemnum* besonders durch die Nachweise von Milne-Edwards charakteristisch ist. Sie liegt in geringer Entfernung von der Mundöffnung und ist durch keinerlei Sculpturen ausgezeichnet. Von einem Nervensystem habe ich nur Spuren gesehen, deren Beschreibung hier von geringem Belange ist. Ein Circulationsapparat dagegen

konnte gar nicht aufgefunden werden. Es hat dies vielleicht darin seinen Grund, dass die Thiere äusserst selten lebend zur Beobachtung kamen, und auch in diesen wenigen Fällen rasch abstarben. Zudem war mein Augenmerk mehr auf andere Erscheinungen gerichtet. Die Entscheidung, ob Kreislauforgane wirklich fehlen, muss daher Anderen überlassen bleiben. Von Excretionsorganen, in der Form wie sie bei einfachen Ascidien nachgewiesen sind, ist nichts vorhanden, wie ich mit Bestimmtheit aussprechen kann. Es bildet also der Athemsack mit dem Darmrohre bei weitem die Hauptmasse des Thieres. Dazu kommt noch der Geschlechtsapparat, von dem von mir jedoch nur die weibliche Partie genauer untersucht werden konnte, da von den vielen untersuchten Colonien keine einzige Individuen enthielt, die etwas auf Hodenbildung Beziehbares hätten erkennen lassen.

Der ganze weibliche Geschlechtsapparat besteht abweichend von dem anderer Ascidien aus einem höchst einfachen Eierstocke, der sich an jene Verhältnisse anreiht, die bei Appendicularien, bei den Salpen und bei den Pyrosomen sich finden. Am meisten nähert er sich jenem der beiden letzteren, wenn er auch nicht, wie bei den Salpen, als eine Ausstülpung der Kiemenhöhle erscheint. Am unteren Ende der von dem Nahrungskanale gebildeten Schlinge — seltener zur Seite derselben — liegt eine je nach der Entwickelung der Geschlechtsproducte verschieden weite Höhle (Fig. 1 d), die nach aussen zu von dem hier meist beträchtlich verdünnten Mantel (f) umgeben wird. In diesen von einer zarten Membran ausgekleideten an einer Seite sich nach oben ausdehnenden Raume ragt von der Wandung des Darmrohres her ein dünner, glasheller Fortsatz hinein (a), an welchem 1—2, zuweilen auch 3 kolbige Anschwellungen wie an einem Stiele hinter einander angebracht sind. Der am Ende des Stieles sitzende Kolben ist immer der ansehnlichste; der Grösse nach folgt dann der nächste Kolben, und dann der am weitesten vom Ende entfernte, der in jenen wenigen Fällen, wo er vorhanden war, nur als ein vom gemeinsamen Träger kaum abgeschnürtes Knötchen erschien. Die genauere Untersuchung zeigt, dass jede dieser Anschwellungen

(Fig. 1 b c) einen mit einfacher Epithellage ausgekleideten Raum umschliesst, der von einem verschieden grossen Körper, den ich sogleich als Ei bezeichnen will, eingenommen wird. Jede Anschwellung ist ein Eifollikel. Sie besteht aus folgenden Theilen: Zu äusserst unterscheidet man eine structurlose dünne Membran, die sich continuirlich in den Follikelstiel fortsetzt, dann folgt eine Lage von Pflasterzellen, das Follikelepithel darstellend, und nach innen davon das homogene Protoplasma der Eizelle, an Eiern von 0,03 - 0,05''' fast gänzlich durchsichtig, äusserst spärliche Körnchen einschliessend. Eine Membran — als Dotterhaut — ist nicht zu beobachten gewesen. Inmitten des Protoplasma lagert ein stark lichtbrechender Körper von runder Gestalt, und in diesem ein kleinerer. Der erstere scheint nicht enge vom Dotterprotoplasma umgeben zu werden, da es das Ansehen hat, als ob er in einem besonderen Hohlraume (einer Art von Kernhöhle) liege. Jedenfalls finden sich die Dotterkörperchen erst in einiger Entfernung vom Kerne. An älteren Eiern ist mit dem Auftreten einer reichen Körnchenmasse vieles geändert, doch sollen die am Eie beobachteten ferneren Vorgänge hernach ausführlich mitgetheilt werden. Mehrfach habe ich mich mit der Frage beschäftigt, in welchem Zusammenhange der Eierstock mit dem übrigen Körper stehe, ohne dass ich zu einem positiven Resultate gekommen wäre. Es zeigte sich jedesmal der Stiel eine Strecke weit an dem Nahrungskanal emporsteigend, und entzog sich dann zwischen dunklen Theilen der Darmwand dem Blicke. Bemerken will ich übrigens noch, dass die Eifollikel geschlossen sind. Da auch der Stiel im Innern keinen Hohlraum umschliesst, besteht also nicht, wie bei den Salpen, ein Zusammenhang des Follikelepithels mit einer anderen Epithellage des Körpers.

Noch ist des Mantels zu gedenken. Obgleich die gesammte Substanzmasse, die sich zwischen den Individuen einer Colonie findet, sie unter einander verbindend, immer gleichmässig durchsichtig, gallertartig ist, so müssen doch zweierlei Massen unterschieden werden. Die eine gehört einzelnen Individuen an, umschliesst dieselbe wie ein länglich-ovaler, geräumiger Sack

und besteht durchweg aus dünn- und zartwandigen Zellen mit homogenem wasserklarem Inhalte und wandständigem Kerne. Eine Intercellularsubstanz ist nur da, wo mehrere Zellen zusammenstossen, vorhanden; sie isolirt also die Zellen nie vollständig. Diese Mantelsubstanz ist nach aussen durch eine dünne Membran abgegränzt, die nur an Mund- und Afteröffnung mit dem Einzelthiere in unmittelbarer Verbindung steht. Nicht alle Individuen tragen diesen besonderen Mantel, sondern viele sind unmittelbar in die gemeinsame Mantelmasse eingebettet. Diese besteht gleichfalls aus den vorerwähnten bläschenartigen Zellen, die aber durch reichliche Intercellularsubstanz von einander geschieden sind. Häufig liegen sie gruppenweise bei einander. Viele der Zellen besitzen 2, 3—5 Kerne, alle platt und wandständig. Auch einzelne freie Kerne, wohl von untergegangenen Zellen herrührend, kommen vor. Sowohl der individuelle als der gemeinsame Mantel entbehrt aller Blutgefässe, wie überhaupt Fortsätze der Individuen in die gemeinsame Mantelsubstanz ganz und gar fehlen. Das, was Milne-Edwards bei *Didemnum gelatinosum* als Stolonen bezeichnet, werden wir anders deuten müssen. Auf den ersten Blick erscheint der Umstand, dass einigen Individuen eine besondere scharf abgegränzte Mantelumhüllung zukommt, während andere unmittelbar in die gemeinsame eingebettet sind, höchst auffallend. Es soll aber weiter unten gezeigt werden wie die Fortpflanzungsweise diese Dinge aufzuklären im Stande ist.

Wenn man nach dieser genaueren Schilderung der Organisation die von Milne-Edwards gegebene Darstellung des *Didemnum gelatinosum*, besonders aber die Abbildungen, vergleicht, so wird man in der einzigen scheinbar wesentlichen Differenz der Tentakelzahl doch nur ein sehr untergeordnetes Moment erkennen, und in der Identitätserklärung der von jenem Forscher im Canal de la Manche aufgefundenen und der von mir im norddeutschen Meere beobachteten Formen kein grosses Wagniss sehen. —

Von den Eianlagen, selbst wenn deren auch drei vorhanden sind, entwickelt sich nur eine zur Zeit, und zwar ganz re-

gelmässig die terminale. Es reift dieses Ei bis zu einer Grösse von 0,3''' und wölbt dann den Sinus, in welchen der Eierstock eingesenkt ist, nach unten hervor. Mit der Vergrösserung des Eies geht auch eine Farbenveränderung vor sich. Der Dotter geht durchs Gelbliche ins Bräunliche über und erscheint schliesslich intensiv holzbraun. Dabei entziehen sich die inneren Theile des Eies der Beobachtung am unverletzten Objecte, und das Keimbläschen, welches sich gleichfalls vergrössert hat, ist nur durch Zerdrücken u. dergl. zur Anschauung zu bringen. Die angeführte Farbenveränderung ist von einem Wachsthum der Dottermolekel begleitet, die sich allmählig in gleich grosse runde Körnchen umwandeln und dabei unter relativer Abnahme des formlosen Protoplasma die grösste Masse des Dotters ausmachen.

Die erste Veränderung, die sich am reifen Eie kundgiebt, wird durch den Furchungsprocess eingeleitet, der immer erst eintritt, wenn das Ei den mütterlichen Organismus verlassen hat. Es liegt dann im gemeinsamen Mantel der Colonie eingebettet, meist in der Nähe eines Individuums. Wie das Ei in den Mantel gelangt, ist nicht mit Gewissheit zu sagen, doch leuchtet soviel als höchst wahrscheinlich ein, dass die Entleerung des Eiersacks nicht durch einen besonderen Ausführgang erfolgen kann, am allerwenigsten etwa durch den Eierstockstiel, der völlig solide ist. So wird also das Ei, nachdem es seine Reife erlangt, beim Bersten des Follikels den ohnehin sehr verdünnten Mantel durchbrechen und in das der Colonie gemeinsame Mantellager eintreten. Nur auf diese Weise erklärt sich die Lagerung der Eier, und damit steht auch im Zusammenhang das Fehlen einer Cloake. Ein durch Bersten der speciellen Umhüllung eines Thieres erfolgender Ei-Austritt hat für sich gar nichts Befremdendes, nicht nur wenn man ähnliche bei niederen Thieren vielfach verbreitete Vorgänge im Auge hat, sondern auch wenn die Art und Weise der Ei-Ablösung in der gesammten Thierreihe, und namentlich den nie ohne Trennung der Continuität der Gewebe bei Wirbelthieren stattfindenden Process berücksichtigt. Uebrigens hält auch Milne-Edwards für sein *Didemnum gelatinosum* das unmit-

telbare Eintreten der Eier in den gemeinsamen Mantel für wahrscheinlich.

Obgleich ich zahlreiche Eier im Furchungsprocesse antraf, so ist mir doch gerade die erste Folge von Stadien entgangen, so dass ich nur über die späteren Zustände berichten kann. Ich will die Angabe über die Furchung besonders deshalb hervorheben, weil dieser Process von Huxley für die auf ganz ähnliche Weise wie bei *Didemnum* sich entwickelnden Eier von *Pyrosoma* neuerdings in einer von den gegenwärtigen Anschauungen abweichenden Art aufgefasst zu werden scheint.[1]) Im Wesentlichen scheint der Furchungsprocess auch bei *Didemnum* ganz in der Weise wie es bei anderen Ascidien schon seit längerer Zeit bekannt ist, vor sich zu gehen. Das Stadium wo 16—40 grosse, gegen einander sich abplattende Furchungskugeln sich finden, gehört zu den häufiger gesehenen. Es war dabei die auch am reifen, noch in dem Eiersacke liegenden Eie von mir beobachtete Dotterhaut noch vorhanden und bildete eine der Furchungskugelmasse lose anliegende Hülle. Sie kann also beim Theilungsvorgange in keiner Weise betheiligt sein. Um die Furchungskugeln fehlen Membranen, und erst wenn die Theilung bis zur Bildung ganz kleiner Zellen fortgeschritten] ist, und diese Elemente eine längere Zeit in einem gewissen Zustande zu beharren scheinen, sind Membranen, d. h. dichtere Aussenschichten des Protoplasma nachweisbar.

Was die Beziehungen der Kerne der Furchungskugeln oder Furchungszellen zu den ferneren Theilungsproducten angeht, so habe ich auch hier dasselbe gesehen, was sich bis jetzt als

1) Cf. Ann. and mag. of nat. hist. January 1860. Eine spätere ausführlichere Arbeit Huxley's in den Transactions of Linnean Society ist mir nicht zugänglich geworden. — Wenn übrigens Huxley auch für die Salpen einen ähnlichen Entwickelungsprocess ohne Dotterfurchung, wie er es für *Pyrosoma* fand, erwartet, so ist ihm wohl die Mittheilung über den Furchungsprocess von H. Müller (Zeitschr. für wissensch. Zool. IV. 331) entgangen. Diese Beobachtung H. Müller's wurde von Leuckart bestätigt (Zool. Untersuchungen. II. 52. Taf. II, Fig. 1). Man vergleiche auch Icones zootomicae von V. Carus. Taf. XVIII, Fig. 4, nach H. Müller. —

durchgreifendes Gesetz herausstellt. Die Theilung des Kernes ist die der Theilung der Zelle voraufgehende, wohl gewiss sie einleitende Erscheinung.[1])

Die Theilung des Eies führt endlich zur Bildung eines aus vielen und gleich grossen Zellen zusammengesetzten Körpers, an dessen Oberfläche die Elemente mosaikartig angeordnet sind. Mehr oder minder enge wird dieser Körper von der Dotterhaut umschlossen, die auch bei eintretendem Differenzirungsprocesse noch vollkommen deutlich vorhanden ist. Die Differenzirung beginnt mit der Bildung des Larvenschwänzchens. Eine gewisse Menge von Zellen hebt sich einem nach einer Richtung verschmälerten Wulste gleich von der Oberfläche des Embryonalkörpers ab, und scheint sich allmählig von dem breiteren Ende aus zu vergrössern, um nach und nach die Circumferenz des Embryo bis zur Hälfte zu umgreifen. Hierauf löst sich an dem zugespitzten Ende die Verbindung mit dem Embryonalkörper, und dieser Vorgang schreitet allmählig bis zur breiteren Ursprungsstelle zu. Die beiden verschiedenen Meinungen über die Bildungsweise dieses Larvenorganes der Ascidien, scheinen nach meinen Beobachtungen sich dahin ausgleichen zu lassen, dass sowohl Abschnürung als auch Hervorwachsen des Schwänzchens zusammen trifft. Als Abschnürung kann das erste Auftreten aufgefasst werden; ein rascheres Wachsthum der Anlage des Organes hebt es vom Embryonalkörper ab. Dabei ist es unmöglich, den einen oder den anderen dieser Vorgänge als bevorzugten anzusehen. Das Längenwachsthum des Schwänzchens findet auch dann noch statt, wenn es nach erfolgter Abhebung nur noch an seiner Basis mit dem

1) Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht unterlassen, daran zu erinnern, dass v. Baer es war, dem wir die beim Seeigeleie angestellte erste sorgfältige Beobachtung über die Abstammung der Kerne der Embryonalzellen von dem Keimbläschen des Eies verdanken (Fror. N. Not. Bd. XXXIX, No. 3 als Auszug aus dem Bull. de l'Académie de St. Pétersbourg. Mai 1846). Solch' fundamentale Entdeckungen dürfen nicht vergessen werden, wenn auch eine spätere Zeit die durch sie geförderten Thatsachen als ganz allgemein gültige herausstellt und sie deshalb in unserer wissenschaftlichen Anschauung aufgehen lässt.

Embryonalkörper in Verbindung steht. Es ist dann an ihm eine äussere, aus kleineren Zellen bestehende Lage zu unterscheiden und ein aus querliegenden grösseren Zellen bestehender Axenstrang (vergl. Fig. 2 c). Während der ganze übrige Körper noch aus gleichartigen Zellen zusammengesetzt ist, leitet sich also am Schwänzchen die erste Differenzirung ein. Da das letztere dem Körper anfänglich dicht anliegt, und nur durch Präparation von ihm abgelöst werden kann, besitzen die noch in die Dotterhaut eingebetteten Embryonen eine fast ganz runde Gestalt, doch sind sie mit dem in der Furchung begriffenen Eie merklich grösser geworden. Nun folgt ein sehr wichtiger Differenzirungsvorgang am Körper des Embryo, indem die äusseren Schichten der Zellen des eigentlichen Körpers nach und nach sich aufhellen, und die innere mit dem Schwänzchen in continuirlicher Verbindung bleibende Partie eine dunklere mit mehrfachen Einbuchtungen versehene Masse darstellt. Diese setzt sich nach und nach mit immer schärferen Contouren gegen die lichte Umkleidung ab, jemehr die Zellen der letzteren unter nicht unbeträchtlicher Vergrösserung heller geworden sind. In Fig. 3, wo der noch von der Dotterhaut umschlossene Embryo dieses Stadiums sich abgebildet findet, sind die durch die Differenzirung des Embryonalkörpers sich ergebenden Formverhältnisse des dunkleren Centraltheiles angegeben, die äussere bis zur Dotterhaut hin alle Lücken erfüllende lichte Zellmasse ist nicht gezeichnet worden. Wir haben in diesem Stadium nun schon eine Form, in der die späteren Verhältnisse auf das deutlichste charakterisirt sind. Die dunkle mit Ausbuchtungen ausgestattete Centralmasse wird zum Körper der Larve, für welche die äussere helle Lage den Mantel abgiebt.

Folgen wir den Vorgängen die am Körper der Larve sich einleiten, so ist zunächst eine Vergrösserung der der Anfügestelle des Schwänzchens zunächst gelegenen Partie zu beobachten, so dass der Verlust, den die Körpermasse durch die Differenzirung des Schwänzchens erlitten hat, dadurch ausgeglichen wird. Die Vergrösserung des Körpervolums geht auch bald auf die Fortsätze (Fig. 3 bcd) über, und hier zeigt sich sehr bald, dass aus einem derselben (d e) die Anlage eines

Athemsackes hervorgeht. Sobald an diesem Endestyl, Athemspalten und die mit Tentakeln umstellte Eingangsöffnung unterscheidbar sind, hat sich eine andere inzwischen stark vergrösserte Protuberanz in einen zweiten Athemsack umgebildet, welcher, wie er später entstand, auch in seiner Weiterentwickelung stets hinter dem anderen zurückbleibt. Ausser diesen Grössendifferenzen ist aber noch eine andere Verschiedenheit zwischen beiden Athemsäcken. Der erste wird nämlich schon in der ersten Anlage durch einen besonderen Höcker ausgezeichnet, der gerade der Stelle gegenüber erscheint, an der später die Bauchfurche auftritt, somit dem Rücken des Athemsackes angehörig angesehen werden darf. Wenn er auch anfänglich dem in die Wand des Athemsackes sich differenzirenden Gewebsmaterial an Masse völlig gleich kommt, so bleibt er doch mit der Ausbildung des ersteren an Grösse zurück, und erhält nur Wichtigkeit durch die an ihm sich entfaltenden Vorgänge. Man bemerkt nämlich auf seinem grössten Vorsprunge mehrere Pigmenthaufen, die zuerst die farbigen Augenflecke an den Larven anderer Ascidien vorzustellen scheinen, sehr bald jedoch zur Bildung eines complicirten Organes leiten. Inmitten der etwas regelmässiger geformten Pigmentmasse erscheint ein sphärischer stark lichtbrechender Körper, von jener zur grösseren Hälfte umschlossen (Fig. 4a). Der lichtbrechende Körper wird durch eine weiche Substanz gebildet, deren Zusammenhang mit Zellen mir nicht offenbar ward. Soviel ist aber doch klar, dass es sich hier um die Bildung eines den Sehorganen anderer niederer Thiere analogen Werkzeuges handelt. Die Richtung dieses Auges ist nicht immer dieselbe. Obschon ich nicht gut an eine active Bewegung desselben denken kann, muss dies erwähnt werden. Bald trifft man den lichtbrechenden Körper vom Athemsack abgewendet, nach aussen oder nach der Seite hin, bald sieht er nach dem Athemsack selbst zu. Der neben dem Auge befindliche zweite Pigmentfleck scheint nie ein lichtbrechendes Organ zu bekommen, ist auch in der Regel sehr klein, oder auch sogar in einzelne Zellgruppen aufgelöst; die dem „Augenhöcker“ des Embryo zu Grunde liegende Zellmasse vermochte ich nicht in einer specielleren Differenzirung zu beobachten.

Mit der Ausbildung der beiden Athemsäcke, die allmählig aus der gemeinsamen noch indifferenten Zellmasse des Embryonalleibes sich erheben und mit ihren Längsaxen meist rechtwinklig divergiren, beginnt zugleich die Entwickelung anderer Fortsätze am Embryonalleibe, aus welchen eine immer grössere Complication der Form und Erschwerung des Verständnisses derselben hervorgeht. Es können diese Fortsätze in drei Abtheilungen gebracht werden, je nach ihrer Bedeutung, resp. den Umwandlungen, die sie nach und nach erleiden.

Die eine Gruppe dieser Fortsätze wird, wenn wir sie aus einem späteren Stadium herausgreifen, aus drei bis vier — am häufigsten drei — langen, die Mantelsubstanz in divergirender Richtung durchziehenden Stielen gebildet, die an ihrem freien Ende mit einer knopfförmigen Anschwellung ausgestattet sind. Die Fortsätze wie ihr Endkolben sind solide und werden durchweg aus runden Zellen zusammengesetzt. Sie verlaufen nicht immer gerade, kleine Biegungen, an einzelnen auch eine Spiraldrehung, sind nicht seltene Vorkommnisse. Das kolbenartige Ende legt sich breit an die Peripherie des Mantels an, und nun sondert sich dasselbe in einen kolbig verbleibenden Axentheil, und einen diesen glockenförmig umgebenden Mantel. Es tritt diese Sonderung damit auf, dass an der peripherischen Endfläche des Kolbens zuerst eine Ringfurche sich bildet, die immer tiefer eindringt, bis endlich zwischen der centralen Partie und der peripherischen ein ansehnlicher, wahrscheinlich mit Flüssigkeit gefüllter Raum zu Stande gekommen ist. Die nunmehr bestehende Form des Gebildes lässt sich am Besten aus Fig. 4 p' ersehen. Es ist klar, dass diese Fortsätze von jenen, die Van Beneden (Recherches sur l'embryogenie, l'anatomie et la physiologie des Ascidies simples. 1846. Separatabdr. p. 42) von *Ascidia ampulloides* beschreibt, verschieden sind, dass sie vielmehr mit jenen, die Milne-Edwards (op. cit.) von *Amaroucium proliferum* näher kennen lehrte, die grösste Aehnlichkeit besitzen. Schwer dürfte es sein, für die physiologische wie morphologische Bedeutung dieser Gebilde etwas Bestimmtes aufzustellen, doch ist soviel aus dem Bau ersichtlich, dass von einer unmittelbaren Beziehung zur Nah-

rungsaufnahme, welcher Annahme man vielleicht am raschesten sich hinneigen möchte, nicht wohl die Rede sein kann. Eher möchten sie für einfache Saugnapfbildungen anzusehen sein, durch welche eine pelagische Larve ihre erste Ansiedlung bewerkstelligt.

Eine zweite Abtheilung von Fortsätzen ist beim ersten Auftreten von den früheren Zuständen der vorigen Form nicht zu unterscheiden. Es sind gleichfalls kolbenförmige auf dünneren Stielen sitzende Verlängerungen, zu 2, 3 oder 4 vorhanden. Einige davon erreichen ebenfalls die Oberfläche des Mantels. Wenn die vorgenannten Anhänge sich in glockenförmige Saugnäpfe umwandeln, gehen die kolbigen Enden der letzterwähnten in pelottenförmige Körper über und es wandelt sich die äusserste Zellenschicht in ein Lager senkrecht auf die Pelotte stehender langer Zellen um (Fig. 4 p), welches die Fortsätze fortan charakterisirt. Es scheint diese Form länger zu bestehen, als die saugnapfartige, welche ganz zu verschwinden scheint, denn bei schon erwachsenen Ascidien habe ich erstere immer noch auffinden können, indess die letzteren fehlen. Der Stiel ist wenig kürzer geworden, und das ganze Gebilde stellt einen von der Darmschlinge entspringenden, unansehnlichen Anhang vor, über dessen Beziehungen noch viel weniger als über die früheren zu ermitteln ist. Es gedenkt dieser Art von Anhängen Milne-Edwards mehrmals. Erstlich beschreibt er sie mit den vorigen an Larven von *Amaroucium*, dann werden sie auch an erwachsenen Individuen von *Didemnum gelatinosum* beschrieben und auch abgebildet, allein als Sprossen gedeutet. Dieser Auffassung kann ich um so weniger beipflichten, als ich gleichzeitig mit den Anhängen wirkliche Sprossenbildung erkannt habe, und an keiner Colonie eine fernere Veränderung der pelottenförmigen Anhänge vor sich gehen sah. Ihre ganze spätere Erscheinung macht vielmehr den Eindruck der Rückbildung.

Endlich wird eine dritte Abtheilung von Fortsätzen durch zwei zwischen den gestielten sitzende, anfangs rundliche, dann mehr eiförmig sich gestaltende Knospen dargestellt, wovon die eine die andere immer etwas an Grösse übertrifft. Sie bilden

sich erst dann hervor, wenn die beiden Athemsäcke schon als solche durch ihre Organisation erkennbar sind, und vermehren die Schwierigkeiten des richtigen Verständnisses des so vielfältige Fortsätze aussendenden Embryo nicht wenig. Auch sie scheinen Milne-Edwards nicht entgangen zu sein. Ich glaube nämlich eine Stelle (op. cit. p. 255) in diesem Sinne deuten zu müssen. Es heisst da: „Chez les Didemniens ces appendices existent, mais sont très-courts, et près de leur base se trouve une rangée de lobules pyriformes, qu'on pourrait prendre facilement pour les germes d'autant de jeunes, mais qui appartiennent tous à un seul individu.“ Auch in der gegebenen Abbildung einer Colonie von *Didemnum gelatinosum* (R. 7, Fig. 5a) sind einige Individuen mit solchen „lobules pyriformes“ behaftet, die ich ohne Weiteres auf die von mir beobachteten Verhältnisse beziehen muss.

Wahrscheinlich in diesem Stadium verlässt ein Theil der im gemeinsamen Stocke zur Entwickelung gekommenen Larven das ursprüngliche Lager, um ein wenn auch nur kurzes pelagisches Leben zu beginnen, und die Gründung neuer Colonien zu veranlassen. Ein anderer Theil scheint aber im Mantel des Stockes zu verbleiben, wie aus später zu Erwähnendem hervorgeht, und dieser ist es, an dem wir die ferneren Veränderungen verfolgen können.

Um den Leser einen kürzeren als den vielgewundenen Weg eigener Untersuchung zu führen, will ich sogleich sagen, dass beide Knospen für nichts weniger als für ein einziges Individuum bestimmt sind, dass sie vielmehr Organe zweier verschiedenen Individuen vorstellen. Man beobachtet allmählig wie die grössere der beiden Knospen sich in eine Darmschlinge differenzirt, die mit dem grösseren Athemsack in Verbindung tritt. Speciell entsteht daraus der Magen mit den beiden anderen, oben bei Schilderung des Baues näher beschriebenen Abschnitten. Der Enddarm dagegen scheint erst nach dieser Differenzirung an der Seite des ihm zugehörigen Athemsackes emporzuwachsen. Auch die zweite kleine Knospe schlägt eine gleiche Entwickelungsrichtung ein, wenn sie auch noch längere Zeit hindurch auf einer mehr indifferenten Stufe beharrt. Mit

der Anlage dieser später zur Differenzirung kommenden, und mit der vollständigen Differenzirung der früher sich entfaltenden Knospe ist zugleich das gesammte Baumaterial der ursprünglichen Embryonalanlage, an der schon vorher die beiden Athemsäcke entstanden, zur Verwendung gekommen, und es bestehen alle weiteren Veränderungen nur in der Fortbildung der schon vorhandenen, mehr oder minder vollständig differenzirten Organe. Die zweite kleinere Knospe scheint dicht am Magen des zuerst gebildeten Individuums zu entspringen, ganz in der Nähe der Stelle, wo man den zweiten Athemsack befestigt sieht. Wenn durch Schwinden des Larvenschwänzchens der Larvenzustand längst abgethan erscheint, und das erstgebildete Individuum bereits seinen eigenen Haushalt führt — durch vorhandene Ingesta im Darmkanal unzweifelhaft erwiesen — kann man immer noch die beiden, Athemsack und Darmkanal eines zweiten Individuums hervorgehen lassenden Sprossen, wenn auch etwas weiter entwickelt an der früheren Stätte finden. Sie erscheinen wie blosse Anhangsgebilde des zuerst sich entwickelnden Thieres. Auch in dieser Vereinigung geben die beiden Sprossen später Anzeigen ihrer Ausbildung. Die Darmsprosse zeigt mehrfache Einfaltungen sowie Verdickungen ihrer Wand (Fig. 5 B′) und lässt endlich die drei Abschnitte der Darmschlinge deutlicher wahrnehmen (F. 6 B′). Diese setzen sich schliesslich mit dem zweiten Athemsacke (B) in Verbindung und zeigen dann ein ganz ähnliches Verhalten, wie es bei der Bildung des ersten Individuums zu beobachten ist (vergl. Fig. 6). Auf welche Weise die Vereinigung des Darmes mit dem anscheinend viel früher vorhandenen Athemsacke zu Stande kommt, dies ist mir in den Detailverhältnissen nicht ersichtlich gewesen, so dass ich mich mit der oftmaligen Constatirung der oben beschriebenen, immer schon für sich höchst interessanten Thatsache bescheiden musste.

Es gehen somit aus einem einzigen Eie zwei anfänglich unter einander verbundene Individuen hervor, von denen das eine früher als das andere zur Ausbildung kommt, obgleich beide schon von Anfang an gleichzeitig in der Larve angelegt waren.

Mit den auseinandergesetzten Vorgängen unterliegen auch die dem Larvenzustande eigenthümlichen Apparate Umwandlungen. Es ist in dieser Hinsicht zuerst das Schwänzchen anzuführen, welches wir auf einer Stufe verliessen, auf der es zwar schon vollständig angelegt, aber noch nicht auf der Höhe seiner Entwickelung angekommen war. Gleichzeitig mit der von bedeutendem Wachsthume der gesammten Larve begleiteten Entfaltung der beiden Athemsäcke geht zuerst der solide Axenstrang des Schwänzchens eine Vermehrung seiner Elemente ein, worauf, wahrscheinlich durch einfaches Auseinandertreten derselben ein mittlerer Hohlraum das ganze Schwänzchen durchziehend angetroffen wird (Fig. 4c). Dieser Axenkanal führt vom blinden Ende an bis in die noch indifferente Zellmasse des gemeinsamen Körpers. Am äusseren Ende besitzt er zuweilen eine kleine Erweiterung. Von der äusseren Zellenschichte scheidet sich dann eine zarte homogene Membran ab, welche an der Basis des Schwänzchens in den Mantel sich fortsetzt. Das Schwänzchen ist dabei nicht etwa selbst im Mantel mit eingeschlossen, sondern liegt ausserhalb desselben meist um den Umfang des Mantels nach oben emporgeschlagen. Mit vollendeter Differenzirung des ersten Ascidienindividuums geht das Schwänzchen durch allmählige Rückbildung verloren. Aber auch die saugnapftragenden Fortsätze, sowie das Sehorgan am erstgebildeten Athemsacke sind dann völlig verschwunden, und es bestehen nur noch die pelottenförmigen Anhänge (Fig. 5, 6 p) fort.

Die am Embryo schon anfänglich zum Mantel umgebildete Schichte ist mit der Entwickelung der beiden Ascidien beiden gemeinsam, sie ist auch noch später das einzige, was sie Gemeinsames besitzen, und was auf die ursprüngliche Zusammengehörigkeit hinweist. Nach völliger Ausbildung des zweiten Individuums, wenn dieses vom ersten sich löst, muss jedoch auch der Mantel getrennt werden. Er besteht auch dann noch aus grossen hellen, dünnwandigen Zellen, die durch wandständige Kerne ausgezeichnet sind, und ohne merkliche Intercellularsubstanz dicht bei einander lagern. Dadurch unterscheidet er sich dann von dem der Gesammtcolonie gemeinsamen Mantel,

in welchem Intercellularsubstanz reichlich entwickelt ist. Diese letztere Form des Mantelgewebes kann aber nicht als ein besonderes, auf andere Weise hervorgegangenes angesehen werden, wir müssen es vielmehr nur als die Fortentwickelung des embryonalen Mantels betrachten.

Die bisher geschilderten Entwickelungsvorgänge kommen, nicht immer zwar, aber doch im Ganzen nicht selten in einer und derselben Colonie vor. Der Umstand, dass Larven, wie z. B. die in Fig. 4 dargestellte ebenso innerhalb des gemeinsamen Mantels zu finden sind, wie zahlreiche junge Doppelthiere ohne Larvenorgane, leitet mich zur Vermuthung, dass nicht alle Larven sich ihres Ruderschwanzes als Locomotionsorgan bedienen, und zur pelagischen Lebensweise gelangen, dass vielmehr ein Theil jener Larven nicht weit von seiner Geburtsstätte in der geschilderten Weise sich fortentwickelt, und so nur die Gesammtcolonie vergrössern hilft. Es steigert sich diese Vermuthung zur grössten Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass für das Vorkommen vieler Doppelthiere bei einander kaum eine andere Ursache gefunden werden kann, denn auch die Annahme, dass ein Individuum durch fortgesetzten Sprossungsprocess, der dann wieder an den Sprösslingen vor sich ginge, die Colonie zu Stande brächte, wird durch die Thatsache überflüssig, dass es auch Colonien giebt, in denen man zahlreiche Eier, solche in denen man wieder Embryonen, und solche in denen man Larven oder junge Thiere mit Larvenresten vorfindet. Ob eine continuirliche Sprossenbildung auch an den fertigen Ascidien stattfindet, kann ich allerdings nicht entscheiden, allein ich muss auch sagen, dass ich durchaus keinen Anhaltspunkt dafür gesehen habe. Erwachsene Ascidien mit ganz jungen Knospenbildungen am Darme wären entscheidend gewesen, solche sind mir aber nie zu Gesichte gekommen, und alle erwachsenen Geschlechtslosen trugen immer auch ältere Knospen, während junge Knospenformen nur an exquisiten Larven sich vorfanden.

Eine Frage, die hier noch zu erörtern wäre, ist die Bildung des gemeinschaftlichen Mantels. Sie hängt innig zusammen mit der Vermehrung der Colonie, und sie wird, man kann,

wohl sagen, gelöst, durch die Thatsache, dass Larven innerhalb des Mantels einer Colonie zu Doppelthieren sich entwickeln, die schliesslich aus einander treten. Der um die Thiere getroffene Specialmantel ist der aus dem Larvenstande stammende. Die gemeinsame Mantelsubstanz ist der fortwachsende Embryonalmantel des ersten, die Colonie gründenden Thieres. Man kann sich diese Sache und damit auch die Geschichte der Colonie auf die beobachteten Thatsachen hin am einfachsten in Folgendem vorstellen: Eine frei gewordene, zwei Embryonen entwickelnde Larve setzt sich zur Gründung einer Colonie irgendwo fest. Mit der Reife des zweiten Individuums, und nachdem sich dieses vom ersten abgelöst hat, sind beide noch in einen und denselben Mantel gehüllt. Der Embryonalmantel ist Mantel der jungen Colonie. Tritt nun an einem der beiden Thiere, oder auch an allen beiden geschlechtliche Entwickelung ein, so werden die aus den Eiern entstehenden Larven (wenn auch nicht alle) im Inneren des schon bestehenden Mantels sich fortentwickeln, und jedes mit einer besonderen Hülle ausgestattet sein, die so lange erkannt werden kann, als die Trennung der Thiere noch nicht erfolgt ist. —

Die dargestellte Entwickelungsweise ist in ihren Beziehungen zu der Entwickelung anderer Ascidien von besonderer Wichtigkeit. Wenn auch der Modus an sich neu ist, so bildet er doch nur ein Verbindungsglied zur Entwickelung einer Abtheilung zusammengesetzter Ascidien, wie *Botryllus*. Wie dort aus einem Embryo durch Theilung der Körpersubstanz eine grössere Anzahl von zusammen bleibenden Individuen hervorgeht, so vertheilt sich hier gleichfalls das Embryonal-Material und zwar auf die Anlage zweier Individuen, so dass dadurch die Entwickelung der einfachen Ascidien mit jener der zusammengesetzten verknüpft erscheint. Von beiden ist aber nur eine gewisse Summe von Erscheinungen vorhanden, und es bestehen nach beiden Seiten hin nicht zu gering anzuschlagende Verschiedenheiten. Abgesehen von der Zahl der aus einem Embryo sich entwickelnden Individuen, bietet auch die Ungleichheit der ersten Anlage der letzteren bei *Didemnum* einen

beachtenswerthen Umstand dar. Das eine der beiden Individuen ist gegen das andere bevorzugt, nicht nur durch raschere Entwickelung, sondern auch durch den Besitz augenartiger Organe, wodurch es als das wichtigere erscheint,. und das andere Thier nur in dem Verhältnisse des Sprösslings zum Mutterstocke sich darstellen lässt. Durch eben dieses Moment wird aber auch einige Aehnlichkeit mit der Bildungsweise der geselligen Ascidien gegeben, so dass bei unserem Thiere nach sehr verschiedenen Seiten hin Verknüpfungen sich ergeben. Bei alledem schliesst sich *Didemnum*, in seiner Entwickelung nicht nur, sondern auch in seiner Organisation, wie in allen Verhältnissen der Colonie von den übrigen Ascidien ab, und darf wohl selbstständiger als der Repräsentant einer blossen Unterfamilie der zusammengesetzten Ascidien betrachtet zu werden beanspruchen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Unteres Körperende eines Individuums von *Didemnum gelatinosum* M. Ed. a Ovarialstiel, b jüngere, c ältere Eierknospe, e Wandung des Darmkanals, f Mantel.

Fig. 2. Embryonalanlage. a Einbuchtung, b Schwänzchen.

Fig. 3. Späteres Stadium der Entwickelung. a Dotterhaut, b, d, e Fortsätze des Embryonalleibes, c Schwänzchen.

Fig. 4. Entwickelte Larve sammt ihrem Mantel. A der zuerst entwickelte Athemsack, B zweiter Athemsack, C noch indifferente Körpermasse, an der einige Fortsätze sich bemerkbar machen, f Mantel, c Schwänzchen, t Tentakeln an der Eingangsöffnung des Athemsackes, o augenähnliches Organ, p pelottentragende Fortsätze, p' saugnapfartige Anhänge.

Fig. 5. Weitere Entwickelung des zweiten Individuums am schon reifen ersten. A Athemsack des ersten, B Athemsack des zweiten Individuums, B' Eingeweideknospe des zweiten, t Tentakeln, e Endostyl, i, i', i'' erweiterte Darmabschnitte, wovon das erste den Oesophagus aufnimmt, r Enddarm mit Fäcalballen (f), p Fortsätze, x Knospungsstätte.

Fip. 6. Vollständige Differenzirung des zweiten Individuums. Bezeichnung wie in voriger Figur.

Pathologisch-anatomische Skizzen aus der chirurgischen Klinik zu Tübingen.

Von

A. Baur, Privatdocenten an der Universität.

Cystosarcoma phyllodes.

In dem System der krankhaften Geschwülste, das Joh. Müller zu entwerfen angefangen, findet sich unter dem Namen Cystosarcoma phyllodes eine im Ganzen ziemlich seltene, die weibliche Brustdrüse zu ihrem Sitze wählende Geschwulstform aufgeführt. Dieselbe war vorher mit anderen symptomatisch ähnlichen Geschwülsten unter der von Astley Cooper aufgestellten Kategorie der chronischen Brustdrüsengeschwülste begriffen gewesen. Anatomisch wird die Geschwulst von Joh. Müller folgendermaassen charakterisirt[1]):

„Die Geschwulst bildet eine grosse feste auf der Oberfläche mehr oder weniger unebene Masse. Die faserige Masse derselben ist auffallend hart, fest wie Faserknorpel. Grosse Theile der Geschwulst bestehen ganz aus dieser Masse, an einzelnen Stellen befinden sich Höhlen und Spalten, ohne deutliche eigene Haut. Sie sind mit wenig Flüssigkeit gefüllt; denn entweder liegen die faserknorpeligen Wände schlüpfrig und glatt nahe bei einander oder die Wände der Spalten erheben sich in sehr unregelmässige feste Blätter von derselben faserknorpelig aussehenden Masse, oder auf dem Boden der Höhlen befinden sich breite warzige oder blätterige Gewächse, welche die Höhlung grösstentheils ausfüllen und keine Cysten oder Zellen enthalten. Die Oberfläche der warzigen Vorsprünge ist ganz glatt. Die Blätter liegen sehr unregelmässig, sie stehen in die Höhlen und Spalten wie die Blätter des Psalters der Wiederkäuer ins Innere dieser Magenabtheilung Man kann die Blätter auch mit denen des kleinen Gehirns vergleichen Diese Blätter sah ich einmal hier und da ganz regelmässig gekerbt oder hahnenkammartig gezähnt. Zuweilen sind die Blätter weniger oder nicht, dagegen stark die warzigen Auswüchse in den Cysten ent-

---

1) Ueber den feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Berlin 1838. S. 56.

wickelt, zuweilen beobachtet man beides zugleich, wie in der (nicht mehr erschienenen) Taf. VII, Fig. 4. 5. abgebildeten Geschwulst. Die warzigen Auswüchse sind bald breit aufsitzende, vielfach eingeschnittene Formen, bald blumenkohlartig mit dünnerer Basis, den blumenkohlartigen Condylomen einigermaassen ähnlich. Sie bestehen immer aus der festen, faserknorpelig aussehenden Materie, wie die nicht hydatidöse Masse der Geschwulst. Diese Beschreibung ist nach einem noch nicht aufgebrochenen Cystosarcoma phyllodes der weiblichen Brust ($2^{1}/_{2}$ Pfund), welches von Herrn v. Graefe exstirpirt ist, gemacht. No. 8906 des Berliner Museums."

Ausser dieser mehr äusserlichen Beschreibung und der Benennung hat uns Müller die Geschichte der bisher beobachteten vereinzelten Fälle und ihre frühere Deutung durch Charles Bell, Travers, A. Cooper, Chelius gegeben. Durch den Genusnamen Cystosarcoma drückte Müller aus, dass er das Wesen der Geschwulst in der Cystenbildung suchte, die Entstehung derselben also aus ringsum geschlossenen, mit eigener Membran versehenen, pathologischen Hohlgebilden ableitete. Der eigenthümliche Charakter gerade dieser Art — Müller nennt es eine Abart — des Cystosarcoma besteht aber in dem warzigen und blätterigen Aussehen der von der Cystenwand nach innen gehenden Wucherungen, welche nicht wie sonst bei zusammengesetzten Cysten (Cystosarcoma proliferum) selbst wieder hohl, kleinere gestielte Cysten darstellen, sondern durchaus solid sind. In Bezug auf die Textur findet sich bei Müller die Angabe, dass die knorpelfeste Masse unter dem Mikroskop undeutliche Fasern, aber weder Zellen noch Knorpelkörperchen zeige.

Es war also noch übrig, einmal die jedenfalls höchst eigenthümliche Structur in ihrer Entstehung auf das, was man sonst Cysten nennt, durch Beobachtung zurückzuführen und dann die histologischen Bestandtheile der Geschwulst näher kennen zu lernen, um vielleicht auf die eine oder andere Weise das „so wunderbare Ansehen der Gewächse im Innern der Cysten" zu erklären.

Nach beiden Richtungen sind von späteren Beobachtern Fortschritte gemacht und hierauf Deutungen und Benennungen gegründet worden, welche zum Theil mit der von Müller gegebenen übereinstimmen, zum Theil ihr widersprechen. Man kann aber nicht sagen, dass es von anatomischer Seite gelun-

gen sei, die von Müller gegebenen Namen durch einen bezeichnenderen, noch weniger die dadurch ausgedrückte Auffassung durch eine — das Wesen der Geschwulst vollends erschöpfende Vorstellung zu ersetzen.

Cystosarcoma phyllodes wurde ausser von Müller von Mettenheimer, Birkett, Paget, Velpeau in Bezug auf Bau und Entstehung betrachtet; von Birkett, Lebert, Billroth besonders auf Grund der mikroskopischen Untersuchung gedeutet.

Vollständig an die Müller'sche Auffassung schliesst sich Mettenheimer[1]) an. Auch Birkett[2]) findet keinen guten Grund, den Namen Cystosarcoma zu ändern, weil er mit der histologischen Beschaffenheit, welche von ihm vorzugsweise zum Gegenstand der Untersuchung gemacht wurde, Nichts zu thun habe. Birkett machte aber den Fortschritt, dass ihm die Aehnlichkeit der Wucherungen mit Drüsenbestandtheilen unter dem Mikroskop auffiel. Diese übrigens mehr geahnte als bestimmt ausgedrückte Aehnlichkeit wird von Birkett benutzt, um die Geschwulst durch eine „lobuläre, imperfecte Hypertrophie" der Milchdrüse zu erklären. Die Cysten des Cystosarcoma sind in dem interstitiellen Gewebe der Drüse neugebildete Hohlräume; die Wucherungen, welche von den Wänden derselben ausgehen, sind Nichts anderes als hypertrophische von der Drüse aus in diese Hohlräume hineinwuchernde Drüsenläppchen; das Cystosarcoma phyllodes ist mithin nach Birkett eine mit Cystenbildung complicirte lobuläre Hypertrophie der normalen Milchdrüse.

---

1) Müller's Arch. 1850. S. 207. Ausserdem vertheidigte Mettenheimer die Rokitansky'sche noch in der neuesten Auflage des Lehrbuchs stehen gebliebene Hypothese von der Entstehung der Cysten durch Umwandlung Schwann'scher Zellen in „structurlose Blasen". Dafür lässt sich anführen, dass man statt Cysten, was ursprünglich: geschlossene Blase bedeutet, auch Alveole sagen kann; dass man statt Zellen auch einmal Alveole gesagt hat. Mit der Zelle als histologischem Formelement hat aber die Cyste nichts zu thun.

2) The Diseases of the Breast and their Treatment, by John Birkett. London 1850.

Die Mängel dieser Auffassung sind nicht schwer zu entdecken. Zwei Dinge sind es, worin die Aehnlichkeit mit Drüsen bestehen soll, einmal der lobuläre Bau der intracystösen Wucherungen und dann das Epithel, welches sie überzieht. Letzteres wird zwar von Birkett als dem Drüsenepithel ähnlich erkannt und ungefähr so abgebildet, ist aber nach seiner eigenen Erklärung nicht das Epithel eines Drüsenhöhlensystems, sondern die zellige Auskleidung neu gebildeter und davon abgeschlossener Hohlräume. Die Wucherungen dagegen, wenn sie nichts Anderes als rückwärts in eine Höhle hineinragende Drüsenläppchen wären, müssten in ihrer Axe hohl sein, was ausdrücklich bei der ursprünglichen Bestimmung durch Joh. Müller ausgeschlossen ist. Birkett hilft sich damit, dass er die Drüsensubstanz der Wucherungen nicht für ächte, vollkommen ausgebildete, sondern für eine unreife, unvollständig entwickelte, embryonale Form derselben erklärt und eben deshalb die partielle, lobuläre Hypertrophie der Drüse zugleich eine histologisch unvollkommene, „imperfecte" sein lässt. Man konnte sich also denken, dass die drüsigen Wucherungen in derselben Weise solid sind, wie die kolbigen Endigungen einer in der Bildung begriffenen Drüse noch keinen in der Axe verlaufenden Canal besitzen können. Ist dies richtig, entsteht die Geschwulst durch Hypertrophie der Drüse wirklich nach dem von Birkett entworfenen Schema (Plate XI, Diagram II), so müssen alle die Cysten ausfüllenden Wucherungen von der der normalen Drüse zugekehrten Seite ihrer Wand hervorbrechen, und ein zur Drüse excentrisches Wachsthum zeigen. Dies wird von Birkett zwar behauptet (p. 78), ist aber weder von Joh. Müller noch von irgend einem der späteren Beobachter bemerkt worden.

Paget[1]), der sich ebenfalls auf eigene Beobachtung stützt, nimmt die Birkett'sche Ansicht bezüglich der Cystenbildung und der Art, wie sich die Cysten mit drüsigen Gewächsen füllen sollen, unverändert an. An die Stelle der lobulären,

---

1) Lectures on surgical pathology, by James Paget. F. R. S London 1853. Vol. II.

imperfecten Hypertrophie, wodurch letztere bedingt sein sollen, setzt aber Paget den Namen „glanduläre Tumoren“. Diese werden definirt als Geschwülste, welche in der Structur den Drüsen gleichen, sich aber dadurch unterscheiden, dass sie keine offenen Ausführungsgänge haben. Für die drüsigen Brustdrüsengeschwülste wird besonders hervorgehoben, dass ihre Höhlungen keine Communication mit den Gängen der normalen Drüse haben (Vol. II, p. 255). Ob Paget durch die Veränderung des Namens ausdrücken wollte, dass es Geschwülste seien, welche als drüsige Neubildungen zu betrachten seien, muss wegen der Zweideutigkeit der Bezeichnung: Glandular tumors dahingestellt bleiben.

Während nach der ursprünglichen, von Joh. Müller vertretenen Ansicht das Wesen der Geschwulst ausschliesslich in der Cystenbildung liegt, so wurde es jetzt vielmehr in der, äusserlich schon von A. Cooper bemerkten, aber auch jetzt noch nicht näher definirten Drüsenähnlichkeit gesucht, die Cystenbildung als der untergeordnete Vorgang betrachtet, der nur zufällig mit der Geschwulst sich verbinden kann, seiner Natur nach aber von ihr verschieden ist. In der That wird von Birkett wie von Paget das Cystosarcoma phyllodes theils unter den Cystenbildungen, theils unter den Hypertrophien oder glandulären Tumoren der weiblichen Brust besprochen.

Das einheitliche Bild, wie es von Joh. Müller entworfen und in Einen Rahmen gefasst war, hatte sich bei näherer Betrachtung aufgelöst in zwei verschiedene Arten pathologischer Veränderung. Die eine jetzt mehr im Hintergrund befindliche ist entschieden Cystenbildung, von der anderen, welche jetzt am meisten interessirt, ist es noch ungewiss, ob sie als blosse Hypertrophie der normalen Drüse oder wirklich als drüsige Neubildung sich herausstellen wird.

Von practischem und gröber anatomischem Standpunkt wurde die drüsige Neubildung, die Entstehung durch partielle Hypertrophie von histologischer Seite vertheidigt; ersterer vorzugsweise von Velpeau, letztere von Lebert und Billroth angenommen.

Es ist Velpeau[1]), der das Cystosarcoma mammae als Muster für die von ihm neu geschaffene Form der adenoiden Geschwülste aufgestellt hatte. Dieselben wurden, sagt Velpeau, bisher theils mit dem fibrösen, theils mit den hypertrophischen Geschwülsten verwechselt. Anatomisch definirt Velpeau die Adenoide als Tumoren, welche nach Art eines fremden Körpers zwischen den Organen liegen, ohne einen Theil derselben auszumachen, und welche auf den ersten Blick auch keinem der natürlichen Systeme gleichen. Ihre Unabhängigkeit, ihre diagnostisch in der grossen Beweglichkeit sich äusserende, scharfe Abgrenzung gegen die Nachbarschaft ist zu offenbar, als dass man sich nicht zu der Ansicht neigen müsste, sie seien Producte einer Neubildung. Die Aehnlichkeit mit der Milchdrüse in Bezug auf Färbung, Consistenz, die ungleichmässige höckerige Oberfläche, diese Aehnlichkeit, welche schon früheren Beobachtern aufgefallen, kann nach Velpeau nicht durch Hypertrophie der Drüse erklärt werden, weil nach seinen bei weitem zahlreichsten Erfahrungen die Geschwulst niemals, wie man früher behauptete, durch einen drüsigen Stiel mit der Milchdrüse zusammenhing, sondern wie überhaupt gegen die Umgebung, so auch gegen die Milchdrüse vollkommen scharf abgegrenzt war, sich jedesmal wie ein Lipom ringsum isoliren und mit glatter Oberfläche leicht ausschälen liess. Wie überhaupt pathologische Neubildungen das Normale wiederholen, warum sollten sie nicht auch in der Brustdrüse so gut als anderswo den Charakter des Organes sich aneignen, welches sie zum Sitz genommen haben, also drüsenähnlich werden, ohne jemals einen integrirenden Bestandtheil der Drüse ausgemacht zu haben? Gegen vollständige anatomische Identificirung der Geschwülste mit den Drüsen verwahrt sich Velpeau ausdrücklich, er spricht nur von Analogie und will auch mit dem Wort Adenoide nicht mehr als diese Aehnlichkeit in der Form ausdrücken. „Wenn aber“, fügt er hinzu, „auf der einen Seite die

---

1) Traité des maladies du sein et de la region mammaire par A. Velpeau. Paris 1854. p. 350—389 und die sehr lesenswerthe Vorrede.

Analogie zwischen dem Bau der Drüse und dem der Geschwülste nicht von der Hand gewiesen werden kann, so existirt doch auf der anderen Seite die Identität beider Arten von Gewebe nur unter dem Mikroskop", und „für das Mikroskop allerdings ist die adenoide Geschwulst Nichts als eine Hypertrophie der Läppchen der Mamma." Velpeau wusste also und sagte es auch, dass er in der Aufstellung seiner adenoiden Geschwulst mit den Aussprüchen der „erfahrensten Mikrographen der jungen Pariser Schule" im Widerspruch stand. Er liess sich aber nicht abhalten, den Vorzug der eigenen langjährig gereiften Erfahrung zu geben, die bei einer an sich seltenen Sache von doppeltem Gewicht sein muss. Könnte sie sich nicht auch in diesem Falle bewähren, wie sie in anderen, die Velpeau erzählt, so glänzend sich bewährt hat? (p. 726) Sollte den fast unfehlbaren diagnostischen Kennzeichen, dem eigenthümlichen Verlauf, wodurch die Velpeau'sche Geschwulst von Hypertrophien ebensowohl wie von jeder Art der Degeneration sich unterscheiden lässt, sollte diesen nicht auch ein anatomisch bestimmbarer, genetisch selbstständiger Charakter entsprechen?

Wie dem sein mag: Lebert[1]) verweigerte der neuen selbstständigen Geschwulstform die Anerkennung, die mikroskopische Sanctionirung, welche ihr allein noch zu fehlen schien; weil sich in derselben nichts Anderes findet als faseriges Stroma, höhlenbekleidendes Epithel und etwas, das im Dunkeln so aussieht wie Acini, so schliesst Lebert, dass sie mit der Milchdrüse identisch, durch einfache Vergrösserung, Hypertrophie derselben entstanden sei. Nur sofern diese Hypertrophie partiell ist, nur einen oder wenige Lappen vergrössert, die übrigen lässt wie sie sind, unterscheiden sich diese Geschwülste von den gewöhnlichen gleichmässigen totalen Hypertrophien der Brustdrüse. Durch einfache, sei es totale oder partielle Hypertrophie ergiebt sich aber niemals eine Veränderung in der Structur; es muss, weil die normale Milchdrüse Acini hat, auch die aus ihrer partiellen Vergrösserung hervorgegangene Geschwulst

1) Traité d'anatomie pathologique générale et spéciale par le Docteur H. Lebert. Paris 1857. Tome I p. 104, II p. 450.

solche haben: sie werden von Lebert beschrieben und abgebildet als zu Trauben vereinigte, von Epithelium ausgekleidete Blindsäcke (culs-de-sac) — obgleich man, wenigstens nach der von Joh. Müller gegebenen Beschreibung, erwarten sollte, dass die Structur des Cystosarcoma mammae Alles eher als eine acinöse wäre. Oder sollte vielleicht eine bis ins Einzelne gehende Uebereinstimmung mit der Drüsenstructur dem besten Kenner derselben, man kann sagen dem Entdecker des Drüsentypus entgangen sein? Hätte wohl Joh. Müller ein Cystosarcoma phyllodes aufgestellt, wenn er nicht Eigenthümlichkeiten bemerkt hätte, welche die Geschwulst von der normalen Milchdrüse so gut wie von den übrigen Drüsen unterscheiden? Oder sollte es möglich sein, dass das Mikroskop uns eine Identität bewiese, wo schon die einfache Betrachtung das Gegentheil zeigt?

Am Ende nimmt Lebert selbst sein Anfangs so bestimmt lautendes Urtheil wieder zurück, indem er sagt: Quant aux kystes remplis d'un tissu lobulé nous n'oserions décider s'il s'agit de tissu mammaire qui a pénétré de dehors en dedans (Vol. II, p. 465). Da stehen wir also wieder wo wir waren: gerade das Charakteristische der Geschwulst lässt sich nach Lebert's eigenem Ausspruch aus einfacher Hypertrophie nicht ableiten.

Auch Billroth[1]) erhebt sich gegen die Neubildung. Er habe keine Bilder gewinnen können, welche dafür sprechen. Dagegen ist es Billroth wie Birkett und Lebert gelungen, etwas wie Acini zu finden. Er sagt ausdrücklich, dass die Structur dieser Geschwülste eine rein acinöse sei. Die Acini müssen sogar nach Billroth besonders leicht zu sehen sein, indem sie in der Geschwulst noch grösser als gewöhnlich entwickelt sind. Die Veränderung der normalen Milchdrüse, aus welcher das Cystosarcoma hervorgeht, besteht nämlich nach Billroth in einer in den Drüsengängen beginnenden, von da

1) Beiträge zur pathologischen Histologie, von Dr. Theodor Billroth. Berlin 1858. — Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwickelung der Brustdrüsengeschwülste, von Dr. Theodor Billroth. Virchow's Archiv, 18. Band 1860. S. 51.

bis in die Acini fortgehenden Erweiterung der Drüsenräume. Billroth sagt uns auch, wie diese Erweiterung zu Stande kommt: „Nimmt das Zwischengewebe nach allen Richtungen zu und dehnt sich aus, so wird auch die Fläche der Drüsengänge vergrössert (man könnte erwarten verkleinert) werden müssen, wenn — sie nicht oblitterirt, was dadurch verhindert zu werden scheint, dass in den Drüsengängen ein schleimiges Secret secernirt wird, was die vergrösserten Ductus ausserdem noch dilatirt." Sind die Höhlen auf diese Weise erweitert, so werden sie nachher wieder zu Spalten verengt, „indem das durch die Neubildung erheblich vergrösserte Zwischengewebe in die Spalt-Cysten scheinbar in Form von wulstigen Vorsprüngen sich hineindrängt", wovon man sich durch Betrachtung des Bildes in Fig. 11 ganz gut eine Vorstellung machen könne.

Der Bau des Cystosarcoma fällt also, wenn wir Billroth folgen, auf der einen Seite in der Hauptsache, nämlich dem Vorkommen von Acini, mit dem der normalen Milchdrüse zusammen; auf der anderen Seite aber besteht das Wesentliche der Geschwulst nicht in der Cystenbildung und nicht in der Drüsenneubildung, sondern einzig in der Sarcom-Bildung. In der That ist ja die Hauptmasse der Geschwulst, wie schon Joh. Müller gefunden hatte, nichts Anderes als undeutlich fibrilläres Bindegewebe. Die beiden scheinbar so verschiedenen Auffassungen derselben Sache, welche durch das Müller'sche Cystosarcoma phyllodes auf der einen, den Velpeau'schen Tumor adenoides auf der anderen Seite ausgedrückt sind, sie lassen sich dem Namen nach vereinigen zu einer neuen, von Billroth aufgestellten Geschwulstform, welche das adenoide Sarcom heisst.

Was ist aber für das Verständniss damit gewonnen, wenn uns Billroth sagt, dass das Sarcom zwar machen kann, was es will, erweitern und verengern, am Ende aber nach allen Veränderungen, welche es mit der Drüse vorgenommen hat, sie mit ihren Acini doch lieber lässt wie sie ist; wie erklärt es sich, dass Billroth, der die Neubildung verwirft, Acini findet, doch darauf besteht, dass die Aehnlichkeit mit drüsigem Bau nur eine äussere sei und auch die einfache partielle Hy-

pertrophie, wie sie Lebert statuirt, nicht gelten lassen will? Muss denn nicht Eines von Beiden wenigstens richtig sein?

Um hierauf zu antworten, müssen wir uns erst Mühe geben, Billroth recht zu verstehen. Was er sagen wollte, kommt darauf hinaus, dass die Geschwulst, sofern sie drüsiger Natur, weder eine neugebildete Drüse noch ein einzelner, durch Vermehrung seiner Structurtheile (Acini) vergrösserter Lappen der alten Drüse, vielmehr eine durch krankhafte Wucherung eines einzigen histologischen Bestandtheiles, nämlich des Bindegewebes, in Form und Structur entstellte, in morphologischer Zersetzung begriffene oder degenerirte Drüse vorstelle.[1]) Dies ist auch der einzige noch übrige Gesichtspunkt, unter welchem die Sache sich ansehen lässt, und man kann sich sehr wohl denken, dass bei dieser Art der Entstehung an einzelnen Theilen der Geschwulst oder verschiedener Geschwülste bald Acini oder deren Reste noch sichtbar, bald keine Spur mehr von denselben zu finden ist, ungefähr so, wie dies bei der normalen Rückbildung der Brustdrüse der Fall zu sein pflegt, wo ja auch die Wucherung des Bindegewebes, also eine evidente Sarcombildung, der Drüsenstructur ein Ende macht. Gleicht aber, wie es dann sein müsste, die äussere und innere Beschaffenheit des Cystosarcoms genau betrachtet dem Ansehen einer solchen in der Rückbildung begriffenen Milchdrüse? Bliebe nicht auch dann noch ein Unterschied, wenn wir von der Verschiedenheit des Volums absehen und vergessen, dass wir es hier mit einer evidenten Atrophie, dort mit einer kolossalen Vergrösserung zu thun haben?

Im Ganzen dreht sich die Divergenz der Meinungen um vier Punkte.

Ist die Cystenbildung bei der Entstehung der Geschwulst wesentlich oder unwesentlich, primär oder secundär?

---

1) Deutlich findet sich diese Auffassung schon bei Cruveilher Traité d'anatomie pathologique générale. Paris 1856. T. III, p. 65. Er nennt es nicht Sarcom, sondern hypertrophie avec induration et transformation fibreuse.

Ist die Drüsenähnlichkeit der Geschwulst einfach zu erklären mit Velpeau durch Neubildung eines drüsigen Organes?

Oder mit Lebert durch partielle Hypertrophie der alten Drüse, d. h. durch abnormes Wachsthum eines Theils derselben mit Erhaltung der Structur, mit Erhaltung des histologischen Gleichgewichts[1])?

Oder endlich mit Billroth durch überwiegende Neubildung, Wucherung eines einzelnen histologischen Bestandtheils, durch bindegewebige Degeneration der alten Drüse?

Dass die drei letztgenannten Vorgänge von Grund aus verschieden sind, ist wohl keine Frage. Es ist leicht, sie zusammen zu werfen und ist bequemer zu erklären, sie kommen Alle auf dasselbe hinaus, sei es auf Zellenvermehrung, auf Kerntheilung, oder auf Wucherung sogenannter Bindegewebskörperchen, und auf schliessliche Neubildung von bald etwas mehr Bindegewebe, bald etwas mehr Epithelium. Schwerer kann es sein, im einzelnen Falle zwischen den drei Vorgängen zu unterscheiden.

Lebert[2]) glaubte, die offenbare Differenz, welche zwischen ihm und Velpeau in der Deutung unserer Geschwulst besteht, dadurch vermindern zu können, dass er sagte, es giebt zwischen Hypertrophien und Neubildung eines Gewebes keinen fundamentalen Unterschied. Es muss eingeräumt werden, dass wir Beides nicht unterscheiden können, wenn das Neue mit dem Alten, das Pathologische mit dem Normalen Gewebe identisch ist, und, sofern Ersteres von Letzterem ausgeht, und damit zusammenhängt, eine Grenze zwischen Beiden

---

1) Zu unterscheiden von der histologischen Aequivalenz, einem Wort, das sich wohl nur mit histologischer Gleichgiltigkeit übersetzen lässt. Die Sache, worauf es sich bezieht, ist die, dass „eine Stelle, welche Cylinderepithel trägt, Plattenepithel bekommen, eine Fläche, die anfänglich flimmerte, später gewöhnliches Epithel haben, ein Thier endlich quergestreifte Muskelfasern haben kann an derselben Stelle, wo ein anderes glatte führt." Virchow, Die Cellularpathologie u. s. w. Erste Auflage. S. 63.

2) A. a. O. T. II, p. 450.

nicht aufzufinden ist. Da in der That die histologischen Bestandtheile der Drüsengeschwulst mit denen der normalen Drüse übereinstimmen, und die scharfe Abgrenzung Beider gegeneinander am Ende auch aus der Volumzunahme auf der einen Seite (abnormes Wachsthum eines einzigen Lappens) der Volumabnahme auf der anderen Seite (Schwund, Atrophie des grösseren Theils der Drüse), mithin nicht nothwendig durch selbstständige Bildung, sondern auch durch Abstammung von einander und erst secundäre Selbstständigkeit sich erklären liesse, so kann es scheinen, dass Lebert Recht habe, ein Unterschied zwischen drüsiger Neubildung und hypertrophischer oder degenerirter Drüse, wenn auch vielleicht vorhanden, doch nicht nachweisbar wäre, dass also die Frage, ob Hypertrophie oder Neubildung nicht allein, wie Velpeau sagte, practisch wenig wichtig, sondern überhaupt, auch theoretisch, ganz müssig sei.

Wenn wir aber so mit Lebert schliessen, so vergessen wir die Hauptsache, dass es sich nämlich in unserem Falle nicht um Neubildung oder Hypertrophie eines Gewebes, sondern um Neubildung oder Hypertrophie eines abgesehen von den histologischen Bestandtheilen mit eigenthümlicher Structur begabten Organes, also nicht um den Unterschied oder die Identität der histologischen Bestandtheile, sondern um Unterscheidung der davon bis zu einem gewissen Grade unabhängigen Structur handelt. Folgt denn etwa aus der Uebereinstimmung der histologischen Bestandtheile die Uebereinstimmung in der Structur? Giebt es nicht Organe, die aus Bindesubstanz und Epithel, gerade wie es in Drüsen vorkommt, bestehen und doch keine Drüsen sind? Giebt es nicht unter den Drüsen selbst bei allgemein histologischer Uebereinstimmung Unterschiede genug, welche eben in nichts Anderem als in der Structur[1]) bestehen?

1) Nicht zu verwechseln mit der Structur im supranaturalistischen Sinne, der Molecularstructur, wie sie nach Brücke den Zellen als „Elementarorganismen" zukommt. Das Wesen derselben besteht darin, „dass sie einen höchst kunstvollen Bau darstellen, dessen wesentliche architektonische Elemente unseren Blicken bis jetzt vollständig entzogen

Hatte also Velpeau Recht, wenn er die Frage, ob Hypertrophie oder Neubildung, diese, wie er sagt, delicate Frage der pathologischen Anatomie, durch den Nachweis von Epithelium und Bindegewebe d. h. histologischen Drüsenbestandtheilen noch nicht für entschieden, und die von den Mikrographen verworfene Neubildung noch immer nicht für unmöglich hielt?

Nicht zu entscheiden wird aber die Frage, ob Hypertrophie oder Neubildung, dann sein, wenn wir bei histologischer Uebereinstimmung auch durchgreifende Uebereinstimmung in der Structur finden; findet sich aber ein durchgreifender Unterschied in der Structur und lässt sich derselbe durch sichtbar allmählige Veränderung oder Degeneration aus dem Bau der normalen Milchdrüse nicht ableiten, dann, sagen wir, folgt eine Neubildung im gewöhnlichen Sinne des Worts mit derselben Nothwendigkeit, als wir Knorpelgewebe, wenn wir es in der Brustdrüse finden, für neugebildet halten.

Das Bisherige sollte zeigen, warum wir mit der von Lebert gegebenen Entscheidung, dass zwischen Pathologischem und Normalem kein fundamentaler Unterschied sei, uns nicht beruhigen, durch Billroth's Ausspruch, „dass es eminent schwer sei, in den betreffenden Geschwülsten das Pathologische vom Normalen zu unterscheiden“, uns nicht abhalten lassen dürfen, die Structur derselben genau zu betrachten.

Es kann kaum einen schlagenderen Formunterschied geben, als der, welcher entsteht, wenn wir von zwei einander ganz gleichen Handschuhen den einen umwenden, so dass die Finger alle nach innen sehen. Können wir diesen Unterschied dadurch auffinden, dass wir Naht und Leder untersuchen? Fällt er weg, wenn wir Beides in beiden Stücken übereinstimmend finden? Ist er erklärt, wenn wir in Beiden kleine Abweichungen finden? So ungefähr verhält sich das Cystosarkoma phyllodes zu dem Bau der normalen Milchdrüse und so würden wir verfahren, wenn wir deshalb, weil wir Epithelium

sind.“ Die Elementarorganismen von Ernst Brücke. Abdr. aus den Sitzungsberichten der math.-naturw. Classe der kais. Akademie d. Wissenschaften. Wien 1861. S. 405.

und Bindegewebe sehen, eine Identität mit der Brustdrüse annähmen und dann natürlich den Beweis für eine Neubildung nicht finden konnten.

Das Folgende bezieht sich auf eine von Herrn v. Bruns[1]) im November 1861 der linken Brust exstirpirte Geschwulst, welche durch die Güte desselben mir unmittelbar nach der Operation zur näheren Untersuchung überlassen wurde. Die Geschwulst zeigte von aussen und innen alle im Anfang angegebenen sowohl von Joh. Müller als von Velpeau als charakteristisch aufgeführten Merkmale so rein und in allen Theilen gleichmässig ausgeprägt, dass kein Zweifel sein konnte, es war ein Cystosarkoma phyllodes Müll., ein Velpeau'sches Adenoid der Brustdrüse, und zwar ein Prachtexemplar dieser Geschwulstform, das durch die Operation zu Tage gefördert war. Die exstirpirte Geschwulst übertraf nämlich an Umfang und Gewicht ein grosses Grosshirn eines Erwachsenen um etwas; sie entsprach einem solchen, wenn wir von der medianen Furche absehen, auch in der halbkugeligen Form. Sie war äusserlich unregelmässig, rundlich-höckerig, nur einzelne von den grössten Höckern liessen sich in die Tiefe hinein, unvollständig als mit breiter Basis mit der Hauptmasse in Verbindung stehende Lappen isoliren. Auf dem Durchschnitt waren überall grössere und kleinere durch derbes Bindegewebe verbundene Lappen immer mit unregelmässigen bald zusammenhängenden bald isolirten Spalten und Höhlen zu sehen; an sehr vielen Stellen war auf der durch einen medianen Schnitt gebildeten Fläche der Lappen eine dem Arbor vitae cerebelli täuschend, wenn auch in kleinerem Maassstab, ähnliche Zeichnung zu erkennen. Färbung und Consistenz, soweit sie durch Gewebe und Blutvertheilung bedingt ist, glich mehr der einer acinösen Drüse. Die Geschwulst zeigte ausserdem das von Velpeau besonders hervorgehobene Merkmal, dass sie äusserlich ringsum scharf begrenzt und daher aus dem Fettpolster mit glatter

---

1) Demselben verdanke ich fast die gesammte hier benutzte Litteratur.

fast fettfreier Oberfläche sich hatte ausschälen lassen. Bei der Brustdrüse, sei sie normal, hypertrophisch oder wie immer degenerirt, ist dies bekanntlich nicht so der Fall. Dieser Eigenthümlichkeit hatte vor der Operation ein hoher Grad von Verschiebbarkeit, Beweglichkeit als hauptsächlichstes diagnostisches Kennzeichen entsprochen. Die Brustwarze hatte zur Geschwulst eine etwas excentrische Lage gehabt. Die normale Brustdrüse war mit exstirpirt; sie hatte der medianen Hälfte der convexen Oberfläche der Geschwulst aufgelegen. Letztere war gegen die normale Drüse eben so scharf abgegrenzt wie nach den anderen Seiten. Ein Zusammenhang hatte nur in sofern stattgefunden als Beide durch besonders derbes Bindegewebe mit der Haut des Warzenhofes in Verbindung waren. Die normale Brustdrüse war sehr klein, welk, atrophisch, durch und durch von Fett durchsetzt; zwischen den Fettblasen waren spärliche und, wie es bei der Rückbildung der Fall zu sein pflegt, ungleiche, nämlich zum Theil vergrösserte Acini deutlich unter dem Mikroskop zu erkennen.

Alle ächten Drüsen stimmen darin überein, dass sie in einem bindegewebigen gefässhaltigen Substrat ein nach aussen führendes Höhlensystem enthalten, welches von einem vollsaftigen, secretionsfähigen Epithelium ausgekleidet ist. Ob die Geschwulst eine Drüse ist, hängt also von zwei Dingen ab, davon ob die spaltförmigen Hohlräume geschlossen sind oder nach aussen führen, und davon ob die histologischen Bestandtheile mit den Drüsen übereinstimmen, die den Drüsen eigenthümliche Beziehung zum Höhlensystem in allen Theilen wiederholen.

Auf der convexen der Haut zugekehrten Oberfläche der Geschwulst zeigte sich eine Anzahl weisslicher über die Höcker wegziehender und mit der derben Bindegewebshülle zusammenhängender, gegen die Stelle der Brustwarze convergirender Stränge. Einzelne vereinigten sich nach dieser Richtung unter einem spitzen Winkel, nach der entgegengesetzten verloren sie sich in den Contouren der grösseren und kleineren Höcker. Ein einzelner Strang erwies sich bei näherer Untersuchung als Canal und zeigte unter dem Mikroskop ein den Milchgängen

entsprechendes Epithel. Es gelang von einer künstlich gemachten Oeffnung aus Borsten in mehrere durch den Schnitt geöffneten Hohlräume der Lappen ohne Mühe einzuführen. Von anderen der genannten dünnwandigen Canäle aus gelang es, nicht geöffnete Lappen durch Einführen einer Tubulus äusserlich sichtbar mit Luft zu füllen. Die Anwesenheit dieser Gänge, ihre Mündung nach aussen, ihr Zusammenhang mit den bisher als Cysten betrachteten Hohlräumen eines unzweifelhaften Cystosarkoma phyllodes Müller oder Tumor adenoides Velpeau ist von keinem der bisherigen Beobachter bemerkt worden; bei der, wie wir sehen werden, unrichtigen Annahme der Entstehung der Geschwulst durch einfache Hypertrophie wird ein ausführendes Canalsystem allerdings vorausgesetzt, ist aber von keinem der Vertreter dieser Ansicht nachgewiesen worden.[1]) Dass es bisher übersehen worden, ist wohl daraus zu erklären, dass die Gänge im Verhältniss zur Geschwulstmasse sehr dünn, nicht dicker als ein starkes Lymphgefäss, sowie daraus, dass vom Innern der Höhlen aus wegen der vielfachen Zerklüftung und spaltartigen Verästelung derselben der einzige nach aussen führende Winkel nicht wohl aufzufinden ist.

Das ganze Höhlensystem, wie es auf dem Durchschnitt dickwandiger Lappen als unregelmässige Spalten und als damit zusammenhängende ziemlich dünnwandige, den Ausführungsgängen einer Milchdrüse vollkommen ähnliche Canäle sich darstellt, war ausgekleidet mit einem Epithel von seltener Schönheit und überall derselben Beschaffenheit. Die Zellen desselben waren, auf die Cystenfläche gesehen, regelmässig polygonal mit deutlichem bläschenförmigem Kern, von der Seite gesehen, in den Höhlen selbst cylindrisch, etwa 3 mal so hoch als dick, in den Ausführungsgängen niedriger, dem Plattenepithel sich nähernd. Der mikroskopische Nachweis dieses Epithels im Innern der weisslichen, auf der Oberfläche der Geschwulst sichtbaren Gänge war es, der sie als Drüsenausführungsgänge erkennen liess, ehe es gelang, durch Sonde und

---

1) Vgl. u. S. 195.

Tubulus ihrem Zusammenhange mit den Höhlen im Innern nachzugehen. Durch Streichen mit dem Messer über die Schnittfläche eines Lappens oder Abschaben der inneren Oberfläche der Spalten liess sich das Cylinderepithel in zusammenhängenden, buchtig umgeschlagenen mikroskopischen Häutchen gewinnen, welche ähnlich wie der abgestreifte Epithelüberzug der Darmzotten, die Zellen theils von den Köpfen in ihrer regelmässig polygonalen Begrenzung, theils an den Rändern und Umschlagstellen auf scheinbarem oder wirklichem Querschnitt von der Seite in ihrer regelmässigen Cylinderform besonders schön zeigten Ueberall bestanden diese künstlich abgelösten oder nach einiger Zeit von selbst in der Höhlenflüssigkeit schwimmenden Epithelstücke aus einer einfachen Lage von Zellen, nur Billroth hatte doppelte oder mehrfache Schichten bemerkt. An wenigen und ganz beschränkten, für das blosse Auge bernsteingelb gefärbten Stellen zeigte das Epithel einen fettigen körnigen Inhalt und eine geschrumpfte Beschaffenheit.

Als Inhalt der Spalten und Höhlen fand sich da, wo dieselben überhaupt klafften, eine geringe Menge einer fast klaren etwas gelblichen dicklichen Flüssigkeit. Durch Drücken liess sich dieselbe aus den Oeffnungen der beschriebenen Gänge in etwas grösserer Menge entleeren. Sie zeigte mikroskopisch ausser abgestossenen Epithelzellen zahlreiche, diese an Durchmesser übertreffende, rundliche, dunkle Körnerhaufen ohne deutliche Begrenzung und meist ohne deutlichen Kern. Der Inhalt des Höhlensystems der Geschwulst entspricht also dem Secret einer unthätigen Milchdrüse, jene Körperchen den Colostrumkörperchen.

Nirgends an der ganzen Geschwulst, soweit sie zerschnitten wurde, zeigte sich eine bedeutendere Ausdehnung der Spalten oder Höhlen durch Ansammlung, Stauung des Secrets. Nirgends hatte man Grund, die Flüssigkeit als Inhalt eines geschlossenen Hohlraums zu betrachten. Nirgends endlich zeigten die Spalten oder Höhlen der Geschwulstlappen, abgesehen von dem nur mikroskopisch oder für das blosse Auge als zarter weisser Saum erkennbaren Epithel eine eigene sie begren-

zende Haut, wie es sonst bei dem, was man Cysten nennt, der Fall zu sein pflegt; überall ist es die fleischige, röthlich durchscheinende sarkomatöse Substanz, welche, wie schon Joh. Müller sagt, unmittelbar die Spalten auf dem Durchschnitt begrenzt. Es bleibt also kein einziges der möglicherweise für cystenartigen Ursprung anzuführenden Kennzeichen übrig, das sich an den Hohlräumen der Geschwulst nachweisen liesse. Damit ist nicht gesagt, dass mit einer solchen Geschwulst nicht auch Cystenbildung, sei es durch Verschluss eines Canals oder durch Neubildung in dem interstitiellen Gewebe sich verbinden kann; dies wird auf dieselbe Weise möglich sein, wie in einer normalen Drüse oder einem anderen Organ. Da aber unsere Geschwulst nirgends etwas zeigte, was als Cyste, als abgeschlossenes, mit Flüssigkeit gefülltes und mit eigener Membran versehenes Hohlgebilde sich betrachten lässt, und dennoch die Geschwulst alle Merkmale des Cystosarkoma phyllodes hatte, so folgt, dass Cystenbildung zur Erklärung desselben nicht brauchbar, höchstens ein zufällig damit zusammentreffender Vorgang sein kann.[1])

Das Vorhandensein eines nach aussen offenen mit einem saftigen Epithel ausgekleideten Höhlensystems dagegen ist es, was die Geschwulst zunächst im Allgemeinen als eine drüsige, adenoide bezeichnet. Sofern in der ganzen Geschwulst keine anderen Bestandtheile sich finden als eben überall ein Höhlen Spalten oder Canäle begrenzendes Epithelium und ein massiges bindegewebiges, gefässhaltiges Substrat, kann man sagen, dass die in Färbung und Consistenz schon dem blossen Auge auffallende Drüsenähnlichkeit auch in den histologischen Bestandtheilen sich ausspricht. Mehr aber als dass die Geschwulst eine Drüse, die Höhlen derselben nicht Cysten, sondern in der That Drüsenhöhlen sind, folgt daraus nicht. Gerade die specifischen Eigenthümlichkeiten der Geschwulst, welche in dem wunderbaren, räthselhaften, warzigen und blätterigen Aussehen der inneren Oberfläche der Höhlen bestehen, sind damit noch nicht erklärt. In allen bekannten ächten Drüsen findet sich nichts dergleichen.

---

1) Solche mit Cystenbildung omplicirte Adenoide sind die von Chelius und Mettenheimer beschriebenen Fälle.

Die letzten Structurtheile einer zusammengesetzten acinösen Drüse, wie z. B. der Milchdrüse, sind Acini, Bläschen mit eigener, Gefässe führender Membran, innen mit einem Epithelium, in einen hohlen Stiel von derselben Zusammensetzung, den Anfang des ausführenden Canalsystems, verlängert.

Durch traubige Gruppirung einer Anzahl solcher mit ihren Stielchen convergirender Acini und entsprechende Vereinigung der Stiele zu einem gemeinschaftlichen Canälchen entsteht ein Läppchen, und wie die Acini zu kleinsten Läppchen, so vereinigen sich eine Anzahl kleinerer Läppchen zu einem grösseren Läppchen, und diese zu einem primären, durch das Stromgebiet eines gemeinschaftlichen Ausführungsganges abgegrenzten Drüsenlappen. Alle Lappen und Läppchen werden durch Bindegewebe umhüllt und zusammengehalten, indem sich von den äusserlich sichtbaren Furchen die bindegewebige Kapsel zwischen die grösseren Lappen, von da zwischen die kleineren und kleinsten als continuirliches, einen Abguss des lappigen Baues darstellendes Gerüste hineinerstreckt. Der Bau der Drüse, deren einzelne Lappen und Läppchen, alle mit ihrer Convexität nach aussen, von der Axe des Ausführungsganges weggewendet sind, bringt es mit sich, dass man von aussen die Lappen in Läppchen, diese in noch kleinere Läppchen und, wenn man sich Mühe giebt, diese auch in Acini zerlegen kann, ohne das Parenchym der Drüse zu verletzen, ohne eine Höhle zu öffnen. Man erhält so eine durch und durch körnige Masse, die Körner sind durch tiefere Furchen in grössere Lappen, durch seichtere, davon abgehende, in kleinere u. s. f. getheilt.

Bei der pathologischen Drüse sind, wie bei der normalen, die Hauptlappen äusserlich als rundliche Hervorragungen sichtbar; es ist aber nicht möglich, von aussen durch Eingehen in die Vertiefungen die Hauptlappen in kleinere zu zerlegen, ohne das Drüsenparenchym zu verletzen, ohne die Höhlen zu öffnen. Schon äusserlich unterscheidet sich also hierin die adenoide Geschwulst von der Drüse. Wir sehen zwar an einzelnen Stellen auch kleinere Höcker von aussen, sie scheinen aber nur durch, wir können sie als Lappen nur dadurch darstellen, dass wir die Höhle des Hauptlappens öffnen, weil nämlich die se-

cundären und alle folgenden Lappen und kleinste Läppchen nicht mehr nach aussen, sondern nach innen in die Höhle prominiren.

Durchschneidet man aber einen Lappen und öffnet man damit seine Höhle, so sieht man von allen Seiten der Wand lappige und blätterige Bildungen von so mannichfaltiger Form in dieselbe hineinragen, dass es schwer ist, im Augenblicke einen alle die Formen bezeichnenden Ausdruck zu finden. Alle bisherigen Beobachter waren davon überrascht, sie wurden von ihnen bald mit den Blättern des kleinen Gehirns, bald mit denen des Psalters im Magen der Wiederkäuer, bald mit Hahnenkämmen, Schleimpolypen, Blumenkohl oder granatblüthenartigen[1]) Condylomen verglichen. In der That gleichen sie an der einen Stelle der Geschwulst bald mehr dieser, an der anderen mehr jener Bildung, zeigen dieselbe bald grösser, bald kleiner; durch alle diese Vergleiche aber ist die Mannichfaltigkeit noch nicht erschöpft.

Ungefähr so wie auch die abenteuerlichsten Tropfsteinbildungen einer Gebirgshöhle für den Naturforscher bei näherer Betrachtung überall in eine und dieselbe, man kann sagen langweilige Zapfenform sich auflösen, so haben alle die genannten anscheinend verschiedenen Bildungen das Gemeinschaftliche, dass auf grösseren mit breiter Basis aufsitzenden Lappen kleinere, ebenfalls mit breiter Basis, aufsitzen, bald mehr rundlich und isolirt, papillenartig, bald länglich gewunden, ähnlich den Windungen des Gehirns. Ein einzelner solcher Höcker oder eine solche Windung löst sich bei näherer Betrachtung wieder auf in eine Menge feiner Körner, ist daher auf dem Durchschnitt oder im Profil wieder fein gekerbt.

Wir brauchen also nicht weit zu gehen, um die Mannichfaltigkeit der Formen durch Ein Wort zusammen zu fassen. Es sind nichts Anderes als Drüsenlappen, welche, wie sonst nach aussen, hier nach innen prominiren. Drüsenlappen unterscheiden sich ja z. B. von den Lappen des Gehirns eben durch die Unbeständigkeit in Form und Grösse, sowie dadurch, dass sie sich bei näherer Betrachtung in kleinere und kleinste Läpp-

1) Dieser Vergleich findet sich bei Velpeau.

eben auflösen. Was wir sonst durch künstliche Füllung und mühsame Trennung von aussen kaum erreichen, das ist hier schon von Natur gegeben. Alle Lappen und Läppchen sind an sich solid und liegen, mit den Furchen dazwischen, ohne dass wir sie präparirt d. h. Bindegewebe entfernt hätten, mit freier und glatter Oberfläche bloss. Es finden sich zahlreiche Stellen und diese müssen wir als typisch für die ganze Bildung halten, wo der Drüsenbau in einer Weise vor uns liegt, schöner als es durch die beste Füllung und die sorgfältigste Präparation einer normalen Drüse von aussen möglich ist, ihn darzustellen.

Abweichungen finden sich nur insofern, als die von allen Seiten einander entgegenwachsenden Lappen sich vielfach an den Berührungsflächen flach drücken, so dass sie platten Hirnwindungen ähnlich werden, auf mikroskopischem Querschnitt aber an dem feinen gekerbten Rande immer noch die Neigung zur Bildung feinster Körner verrathen. Eine weitere Eigenthümlichkeit besteht darin, dass benachbarte sowohl grössere als kleinere Läppchen gleicher Ordnung nicht bloss an der Basis, sondern oft durch freie brückenförmige, sonst von der übrigen Masse sich nicht unterscheidende Querstränge zusammenhängen. Endlich giebt es Stellen, wo die Wandung der Hauptlappen keine grösseren lappigen Vorsprünge nach innen bildet, sondern dünn ist; hier ist dann die innere Oberfläche entweder ganz glatt oder mit feinen körnigen, netz- oder strangförmigen Rauhigkeiten bedeckt, wie sonst die Oberfläche grösserer Lappen. (Es sind von der Hauptmasse abgelöste Partien des Drüsenparenchyms, wie sie bei einer normalen Drüse die Ausführungsgänge begleiten können.)

Jedes kleinste endlich, an all diesen Bildungen noch mit blossem Auge oder der Lupe wahrnehmbare Höckerchen zeigt sich unter dem Mikroskop zusammengesetzt aus einer traubigen Anhäufung kleiner, einer flachen Papille ähnlicher, solider Gebilde. Dies sind die den Acini entsprechenden letzten Structurtheile der adenoiden Geschwulst, die wir Granula nennen wollen. Sie sind von dem oben beschriebenen Epithelium überzogen und haben darunter ein aus mehreren Capillarschlingen gebildetes Gefässnetz.

Jeder dieser letzten Structurtheile entspricht auf's Genaueste in den histologischen Bestandtheilen in der Grösse und Form einem Acinus, einem Acinus jedoch, der in sich selbst zurückgestülpt ist, das Epithel nach aussen kehrt, nicht hohl, sondern massiv ist. Die Zusammensetzung aber eines Lappens der Geschwulst können wir uns nicht besser vorstellen, als wenn wir uns zunächst alle Acini einer gewöhnlichen Milchdrüse in ihren eigenen hohlen Stiel hinein eingestülpt, dann aber die Einstülpung durch das ganze System der Ausführungsgänge bis in den dem Hauptlappen entsprechenden fortgesetzt, und diesen zur Aufnahme der von allen Seiten sich in ihn hineindrängenden Einstülpungen entsprechend erweitert denken. Wie jedes Hohlgebilde durch vollkommene Umstülpung seine ursprüngliche Form wieder erhält, so entsprechen jetzt alle nach innen sehenden Protuberanzen den ebenfalls unregelmässigen, sonst nach aussen gekehrten Lappenbildungen einer Drüse. Indem durch die Umstülpung alles Epithelium herausgekehrt[1]), alles umhüllende interlobuläre Bindegewebe in die Axe der Lappen hineingezogen sein muss, so erklärt es sich, dass die Lappen in ihrer Axe ohne Canal, dass sie in compacte, breitstielig dendritische Bindegewebsmassen verwandelt sind.

Es fehlt also der neuen Drüse das interlobuläre Bindegewebe. Die jedem Lappen angehörige Höhle aber, welche bedingt ist durch die mit convexer Secretionsfläche einander zugekehrten secundären Lappen, sie entspricht in ihrer Configuration auf's Genaueste der Form, welche an der gewöhnlichen Drüse das bindegewebige Gerüst hat. Diese interlobuläre Höhle eines Lappens setzt sich nämlich nach allen Richtungen des Raumes in interlobuläre Spalten und Klüften fort und endet in kleinsten intergranulären Spältchen blind. Die Form also des interlobulären Bindegewebsgerüstes, das in unserer neuen Drüse fehlt, weil es der Masse nach auf Verdickung der Lappen selbst verwendet ist, müsste sich wiederfinden in einem Abguss, einer künstlichen Füllung des Höhlensystemes eines adenoiden Geschwulstlappens. Obgleich jeder Haupt-

1) Den Beobachter in der Höhle gedacht.

lappen nothwendig nur Eine Höhle hat, so bringt es die unregelmässige Form derselben mit sich, dass auf einfachen Durchschnitten durch einen Lappen zahlreiche Spalten zum Vorschein kommen, welche nicht mit einander zusammenhängen; an mikroskopischen Querschnitten, welche durch einen etwa vorher erhärteten oder getrockneten Lappen geführt sind, wiederholt sich dasselbe: es kommen vorzugsweise die letzten Endigungen des Höhlensystems die intergranulären Endspalten in Form von meist X oder Yförmigen durch Epithelium bezeichneten Figuren zum Vorschein. Dass dies Durchschnitte von Spalten und keine Canäle sind, ergiebt sich natürlich nicht sowohl aus dem mikroskopischen Bilde als aus der Conformation der sie begrenzenden Flächen. Von Billroth sind aber diese auf mikroskopischen Querschnitten zum Vorschein kommenden Figuren als Drüsenkanäle und Acini des adenoiden Sarcoms beschrieben und abgebildet worden.[1])

Was Lebert[2]) als Acini oder Blindsäcke darstellt, ist etwas davon Verschiedenes. Es sind nicht bloss Figuren, es sind Abbildungen von Körpern, nichts Anderes nämlich, als die soliden traubig gruppirten Granula, wie sie von der Innenfläche der Höhlen leicht mit der Scheere sich abtragen und isoliren lassen. Lebert hat aber das auf der Oberfläche überall so deutliche Epithelium an die Innenseite einer nicht vorhandenen Höhlung verlegt und auf diese Weise aus dem soliden Stiel einen Ausführungsgang, aus soliden mit Epithelium überzogenen Körnchen hohle mit Epithelium ausgekleidete Blindsäcke gemacht.

So sind auf verschiedenen Wegen die Mikrographen zu der übereinstimmenden Ansicht von Acini gekommen, obgleich an der ganzen Geschwulst auch nicht ein einziger Acinus zu finden, ihre Structur eine der acinösen gerade entgegengesetzte ist.

Das Cystosarkoma phyllodes oder Velpeau'sche Adenoid ist aber bei aller Uebereinstimmung mit Drüsen doch nicht

1) Vgl. auch Rokitansky, Lehrb. d. path. Anat. 3. Aufl. Fig. 98.
2) Planche CXLIII, Fig. 4, 9, 10, 16. CXLV, Fig. 2, 3.

eine überzählige Milchdrüse, es ist eine krankhafte in schrankenlosem Wachsthum begriffene Geschwulst. Es ist daher noch übrig, zu betrachten, wie die Eigenthümlichkeiten des Cystosarcoms auch bei fortschreitendem Wachsthum sich gleichbleiben, was in der That daraus hervorgeht, dass grosse und kleine Lappen, grosse und kleine Geschwülste, alle denselben Bau, dieselbe histologische Beschaffenheit zeigen.

Das Wachsthum der ganzen Geschwulst beruht darauf, dass die ins Innere einer jeden Höhle vorspringenden Lappen sich unter fortgehender dendritischer Verästelung vermehren, den Lappen ausdehnen, die Oberfläche der inneren Höhlen vergrössern. Jeder secundäre Lappen, indem er wächst, zerfällt er an der Oberfläche in eine Anzahl kleiner Läppchen, und an jedem dieser letzteren wiederholt sich dasselbe. Die an der Oberfläche sichtbaren Granula sind also nicht wie die Acini einer Drüse stabil, sie sind in beständiger Wucherung begriffen, sie sind das Resultat einer peripherisch fortschreitenden im Centrum der Axe vernarbenden Granulationsbildung, welche sich bloss durch die bestimmte, den Acini entsprechende Form und Grösse des Granula, ihre regelmässige dendritische Anordnung und Bekleidung mit secretionsfähigem Epithel als wahre drüsige Granulation von dem, was man sonst Granulationen nennt, unterscheidet.

Wir wissen jetzt, woher es kommt, dass die Aehnlichkeit mit dem Gehirn sich nicht bloss auf die lappige und durchfurchte Oberfläche der Wucherungen, sondern auch auf das Aussehen der Durchschnittsfläche erstreckt. Man sieht nämlich hier überall eine blendend weisse, in ihrer Verästelung den Lappen folgende Axensubstanz und eine grauröthliche durchscheinende, selbst wieder von einem sehr schmalen, weisslichen Saume eingefasste Rinde. Jene ist derb faserknorpelartig, diese ist weich, fast gallertig. Die ganze Masse ist Bindegewebe, die Axe entspricht aber dem zuerst gebildeten, inzwischen vernarbten oder streifig und fest gewordenen, die granulirende Rinde aber der gallertigen unreifen noch in der Bildung begriffenen Form der Bindesubstanz. Jene bedingt durch ihre Streifung, welche aber keine Spaltung zulässt, den Sehnenglanz

der Axe oder des Centrums, diese durch ihre homogene Grundsubstanz und ihren Gefässreichthum die schon für das blosse Auge ganz granulationenähnliche Beschaffenheit der Rinde und Oberfläche. Beide gehen continuirlich, aber in einer der buchtigen Oberfläche parallelen Linie in einander über. Alle Entwickelungsstadien des Bindegewebes liegen also in regelmässiger und zugleich natürlicher und continuirlicher Aufeinanderfolge von der Peripherie gegen die Axe nebeneinander. Jede Andeutung von Structur, wie sie sonst an bindegewebigen Massen in der Zusammensetzung aus Strängen oder Lamellen sich zeigt, fehlt; es fehlt ebenso jede Beimischung von elastischer Substanz; es fehlen endlich die sonst aus der Concurrenz dieser beiden Umstände zu erklärenden sternförmigen Figuren mikroskopischer Querschnitte. Ueberall finden sich in der homogenen gallertigen, nachher streifigen, consistenten Grundsubstanz nur die kernartigen Körperchen sehr regelmässig vertheilt, hier rundlich oder oval, dicht, dort länglich und entfernter stehend, häufig gegen die Oberfläche hin in strahligen, in verschiedener Richtung ber einander wegziehenden Zügen angeordnet.

An wenigen Stellen, wo die drüsigen Wucherungen für das blosse Auge eine Schleimpolypen ähnliche, gallertig zitternde Beschaffenheit und gelblich durchscheinende Farbe haben, findet sich eine kleine Abweichung, eine Erkrankung des selbst krankhaft gebildeten. Hier hat das bindegewebige, sonst compacte Stroma eine netzförmige, aleoläre Structur und die Maschen sind mit Flüssigkeit gefüllt. Sofern die Maschen mikroskopisch eng, die Stränge der gallertigen Bindesubstanz mikroskopisch fein sind, und nur an den dicksten Stellen einen Kern einschliessen, erscheint jene Sorte von sternförmigen Figuren, welche Billroth als sternförmige Zellen Virchow'schen Schleimgewebes aus eben solchen Stellen beschrieben hat. Es sind hier wie sonst nichts Anderes als Miniaturstränge eines frühzeitig wassersüchtigen, noch nicht hinreichend erstarkten Bindegewebes.

Abgesehen von solchen Veränderungen, welche, einmal eingetreten, auch weitere nach sich ziehen können, z. B. Cystenbildung, sehen wir aber, dass das Wachsthum der Geschwulst

unbegrenzt fortgehen kann, ohne dass dieselbe ihren Charakter verändert, ohne dass sie zur Zerstörung tendirt, bösartig wird. Dies wäre nicht der Fall, wenn die Geschwulst auf einer Degeneration der normalen Milchdrüse beruhte. Denn dann müsste mit dem Wachsthum der Geschwulst der Drüsenbau immer mehr sich verlieren. Weil derselbe aber dabei sich gleichbleibt und in allen Theilen gleich ist, so muss er selbst im Wachsthum der Geschwulst begründet, ihr von Anfang an eigenthümlich sein.

Sofern die Structur des Cystosarkoma phyllodes ihrem allgemeinen Charakter nach drüsig ist, d. h. alle Hohlräume nach aussen führen und von einem Drüsenepithelium ausgekleidet sind, lässt sich die Geschwulst nicht auf Cystenbildung zurückführen.

Sofern diese Structur von der der normalen Milchdrüse wesentlich und durchgreifend abweicht, ja ihr gerade entgegengesetzt ist, kann sie auch nicht durch eine Hypertrophie der normalen, schon äusserlich abgegrenzten Drüse erklärt werden.

Da endlich die Structur bei dem Wachsthum der Geschwulst sich gleich bleibt, so kann sie auch nicht durch Degeneration der ursprünglichen Drüse bedingt sein.

Das Cystosarkoma phyllodes oder Velpeau'sche Adenoid ist also am wenigsten durch Hypertrophie, auch nicht durch Cystenbildung, es ist nur dadurch zu erklären, dass wir dem praktischen Blicke eines Velpeau auch ein anatomisches Recht lassen: die Geschwulst als eine nach eigenthümlichem Typus gebaute, eben deshalb neu entstandene Drüse, als drüsige Afterbildung, als Afterdrüse im richtigen Sinne des Worts betrachten. Will man aber die systematisch gewiss richtige Form der Müller'schen Terminologie beibehalten, so könnte man aus dem Velpeau'schen Tumor adenoides ein Adenoma phyllodes machen.

Die Bildung einer gewöhnlichen acinösen Drüse haben wir uns so vorzustellen, dass eine ursprünglich hohl. gebildete Anlage nach allen Richtungen hin centrifugal dendritisch

nach Analogie von Hohlknospenbildung sich verästelt. Auch die Afterbildung folgt dem dendritischen Typus, welcher hier wie dort auf die Herstellung einer grossen Oberfläche berechnet ist, die Abweichung besteht nur darin, dass die secundären Aeste des Drüsenkörpers nicht von der Richtung der Axe weg peripherisch sich verbreiten, sondern der Axe sich von allen Seiten zuwenden und in dieser neuen Richtung ihre weitere Verästelung vornehmen. Sie bleiben dabei solid und ragen mit umgekehrter histologischer Anordnung in die zum Ersatz für die weitere Verästelung des Canalsystems erweiterte Höhle des Hauptausführungsganges hinein. Während bei der gewöhnlichen Drüse mit der Bildung terminaler Bläschen die Verästelung beendet ist, fehlen bei der pathologischen Neubildung eigentlich letzte Structurtheile, sie wuchert durch drüsige Granulation langsam in's Unbegrenzte, charakterisirt sich dadurch als krankhafte, wenn auch relativ gutartige Geschwulst. Zu der acinösen Milchdrüse verhält sich ihr verkehrtes Ebenbild ungefähr wie eine complicirte in einer inneren Höhlung angebrachte Kieme zu der complicirtesten Lunge. Unter den Flüssigkeit secernirenden normalen Drüsen kennen wir keine, welche nach diesem Typus gebaut wäre.

Aufmerksam gemacht von Prof. Reichert füge ich hinzu, dass Harpeck das gröbere und feinere Verhalten des Cystosarkoma mammae als Neubildung im Vergleich zur normalen Drüse vollkommen richtig beobachtet und insbesondere den Zusammenhang der Höhlen und Spalten mit Ausführungsgängen durch Injection nachgewiesen hat (Studien des physiologischen Instituts zu Breslau, herausgegeben von K. B. Reichert. Leipzig 1858. S. 95). Nach Harpeck soll das Cystosarcoma mammae als eine von den Ductus excretorii und den Milchkanälchen, insbesondere von deren Längsleisten ausgegangene papillenartige Wucherung in der Milchdrüse betrachtet werden, die durch excessives Wachsthum die Bestandtheile der normalen Drüse allmählig vernichtet.

Ueber das Nervensystem der Afterspinne
(*Phalangium*).

Von

Franz Leydig in Tübingen.

Wenn ich mir erlaube, hier die Aufmerksamkeit auf ein bei uns häufiges, aber doch im Ganzen wenig beachtetes Thier lenken zu wollen, so liegt eine gewisse Aufforderung für mich in dem Umstande, dass den Mittheilungen der bisherigen Beobachter zufolge das Nervensystem der Afterspinne eine ganz besondere Eigenthümlichkeit an sich trage, wodurch das Thier vor allen anderen Arthropoden ausgezeichnet sei. Die Dinge verhalten sich aber keineswegs ganz so, wie sie bisher dargestellt wurden und auch in einigen Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie Platz genommen haben. Vielmehr erscheint die „merkwürdige Eigenthümlichkeit“, welche bisher dem Nervensystem des *Phalangium* zugeschrieben wurde, durch eine vollständigere Untersuchung in einem anderen Lichte, wie jetzt im Näheren gezeigt werden soll.

Es ist übrigens keine ganz leichte Sache, das Nervensystem der Afterspinne genauer kennen zu lernen und bei den hierauf gerichteten Bemühungen wird man alsbald die irrigen Angaben früherer Beobachter zu entschuldigen sich geneigt fühlen. Vor Treviranus[1]) scheint kein anderer Naturforscher mit dem Nervensystem unseres Thieres soweit gekommen zu sein, dass etwas darüber zu veröffentlichen gewesen wäre, obschon Latreille und Ramdohr andere Apparate, wie den

---

1) Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts. Bd. I. 1816.

Darmkanal und die Fortpflanzungswerkzeuge darzulegen vermochten. Erst G. R. Treviranus, vorbereitet durch seine Untersuchungen über die echten Spinnen lehrte das Nervensystem des *Phalangium* kennen. Nach ihm nähere sich dasselbe dem der Spinnen (Araneen), bestehe aus mehreren zerstreuten Ganglien, wovon das grösste oder der Gehirnknoten gleich unterhalb der Fresswerkzeuge liege. Er beschreibt ferner die Nerven, welche aus den verschiedenen Knoten ihren Ursprung nehmen und bemerkt dann, dass zwischen den aus den Seitentheilen des Gehirns entspringenden Nerven viele Muskelfasern liegen, die eine deutliche Verbindung mit dem Gehirn hätten. „Dieses Organ hat also eine Eigenheit, die bei den übrigen Insecten noch nicht bemerkt ist, das Vermögen, willkürlich bewegt zu werden.“

Mehr als zwanzig Jahre vergingen, bis dieser Gegenstand von Neuem das Interesse eines Beobachters erregte. Im Jahre 1843 erschien die schätzbare Abhandlung von Tulk [1]) über die Anatomie des *Phalangium opilio*, die sehr ins Einzelne gehend auch das Nervensystem um vieles ausführlicher behandelt als sein Vorgänger es gethan hatte; am Ende aber kommt er ebenfalls wie Treviranus darauf zurück, dass die auffallendste Eigenthümlichkeit am Nervensystem des *Phalangium* in der Gegenwart quergestreifter Muskeln bestehe, welche sich strahlig mit kurzen Sehnen an die Seiten des Thoracalganglions anheften, wodurch die Centralganglienmasse hin und her bewegt werden könne.[2]) Und so meint denn auch der englische For-

1) Upon the anatomy of Phalangium opilio (Latr.), Ann. of natur. History. 1483.

2) „The most striking peculiarity connected with the nervous system of the Phalangia is the presence of several large transversely striated muscular fasciculi which radiate from the sides of the thoracic ganglion, where they are attached by short tendons. Their arrangement is such, that, according as either one or the other set of fibres act, they will draw the nervous mass either forwards or backwards horizontally, or in the vertical direction. I am not aware that the voluntary power of moving the nervous centres exists in any of the other Articulata.“

scher, dass hier eine Organisation vorliege, wozu sich kein zweites Beispiel bei den Gliederthieren finde.

Nun glaube ich hier vor Allem hervorheben zu sollen, dass allerdings, wie ich in einem anderen Aufsatze darthun werde, bei verschiedenen Arthropoden eine quergestreifte Musculatur besteht, welche mit dem Bauchmark in Beziehung tritt und dasselbe von seiner Stelle bewegen kann und dass auch bei der Afterspinne eine Hebung und Senkung des Bauchknotens statt finden mag; allein die von Treviranus und Tulk gesehenen Muskeln, welche sich strahlig an die Thoracalnervenmasse ansetzen sollen, heften sich durchaus nicht an die Nervencentren an, sondern an eine innere Skeletplatte, die zwar nahe an dem Bauchmark liegt, aber nicht wie, es von beiden Beobachtern geschehen ist, für einen Theil des Nervencentrums gehalten werden kann, sondern wesentlich davon verschieden ist.

Zur weiteren Begründung des Gesagten möge Folgendes dienen. Ich untersuchte anfänglich mehrere Species der Gattung *Phalangium*. Da aber in dem hier zu berührenden Punkte sich kein eigentlicher Unterschied darbot, so blieb ich bei *Phalangium opilio* als der gemeinsten Art stehen. Nachdem man sich durch die gewöhnliche Zergliederung mit dem Thier bis auf einen gewissen Grad bekannt gemacht hat, so verschafft man sich behufs eingehender Beobachtung des Centralnervensystems schnell und sicher passende Präparate dadurch, dass man Thiere, die frisch in Weingeist geworfen, und einen Tag darin gelegen hatten, vom Rücken her öffnet und die Theile bis auf das Nervencentrum abträgt; hierauf mit einer feinen Scheere durch einen Horizontalschnitt die noch auf der Bauchseite übrig gebliebenen Organe im Ganzen weghebt und ohne sonstige Zerrung auf das Objectglas bringt. Nöthig ist aber jetzt, dass durch Zusatz von Essigsäure eine Aufhellung der Theile herbeigeführt wird.

Wir sehen alsdann, dass das Gehirn oder die über dem Schlund liegende Partie eine paarige, nahezu stumpf konische Ganglienmasse vorstellt. Bei weiterer Untersuchung in der Art, dass wir die Theile auseinander ziehen, oder einen leichten Druck

anwenden, scheint es, als ob zunächst über dem Schlund ein einfaches Querband herüberziehe und dass diesem erst die konischen, den Sehganglien anderer Arthropoden entsprechenden Anschwellungen aufsässen. Die Oeffnung für den Durchgang des Schlundes ist sehr eng.

Aus dem Gehirn nehmen die drei Augennerven ihren Ursprung, ein mittlerer starker für das grosse mittlere Augenpaar, der sich bald theilt, und zwei schwächere Stämme für die kleinen Seitenaugen. Diese Nerven fasern sich zuletzt in feine Endbüschel auf, wovon jeder je einen Augengrund bildet, und da die Nervenenden für sich mit Pigment umhüllt sind, so erhält jedes Auge dadurch an seinem hinteren Abschnitt ein zierliches radiär-streifiges Aussehen. Und ich möchte bezüglich dieser Pigmentirung auch beifügen, dass dieselbe lediglich der eigentlichen Chorioidea und nicht etwa zugleich der Iris entspricht, denn letztere besteht für sich als eine deutlich getrennte, den vorderen Abschnitt des Auges umfassende Pigmentzone.

Der untere Knoten oder das Thoracalganglion hat eine ansehnliche Grösse und ist in Uebereinstimmung mit der kurz gebauten, gedrungenen Körperform von rundlichem Umriss, nicht aber Hförmig, wie es nach Anderen sein soll. Aus den Seitenrändern kommen die Nerven für die Beine und vorne für die Mundtheile; aus dem hinteren Rande die Nerven, welche die Eingeweide versorgen. Bei der Präparations-Methode, wie ich sie oben empfohlen, erscheint das Thoracalganglion als compacte[1]) Masse, aus Zellen, Punktsubstanz und fibrillären Elementen bestehend. Die Gruppirung dieser histologischen Theile ist so, dass die Punktsubstanz zunächst einen centralen Kern des ganzen Ganglions bildet; von diesem weg entstehen wie Radien längliche Markkerne, die bei durchgehendem Licht sich heller darstellen als ihre zellige Umgebung, und aus denen die Nervenfibrillen der Beine ihren Ursprung nehmen. Die Rinde des Ganglions und die Substanz zwischen den

1) Am frischen, aus dem lebenden Thiere genommenen Bauchmarke schien es mir jedoch, als ob noch Spuren der Entstehung aus seitlichen Partien und verbindenden Quercommissuren vorhanden wären!

Markkernen für die Beine ist aus zelligen Elementen verschiedener Grösse zusammengesetzt.

Unterhalb des Thoracal-Ganglions liegt die Skeletplatte, durch welche sowohl Treviranus als auch Tulk in ihrer Auffassung des Nervencentrums irre geleitet wurden. Da ich anfangs schwankte, ob die Platte oberhalb oder unterhalb des Ganglions sich hinziehe, so habe ich zu Querschnitten erhärteter Thiere meine Zuflucht genommen, welche allerdings nicht ganz leicht gelingen, aber zum Theil doch so ausfallen, dass die Lage der fraglichen Organe zu einander festgestellt werden kann.

Was die Gestalt der Skeletplatte betrifft, so ist ihr Umriss ungefähr der des lateinischen H; man unterscheidet zwei Seitentheile, die nach vorn abgerundet enden, während sie nach hinten und aussen in eine kürzere und längere Spitze ausgehen, auch an dem Innenrand lässt sich weiter nach vorn eine schwache Spitze wahrnehmen. Aus der Vertheilung von Licht und Schatten ergiebt sich, dass die Platte keine ganz ebene Fläche hat, sondern Biegungen, Erhöhungen und Abdachungen zugegen sind. Die Platte ist ferner von sehr fester Consistenz; Essigsäure und Kalilauge können ihr wenig anhaben; bei durchgehendem Licht dunkel und weiss bei auffallendem zeigt sie bei gehöriger Vergrösserung ein Aussehen, als ob entweder durch Kalk oder durch Fett in netzförmiger oder gitteriger Anordnung die Farbe bedingt wäre. Da aber durch Essigsäure keine Gasentwicklung und Veränderung der Platte erfolgt, so müssen wir den Gedanken an Kalkeinlagerung fallen lassen, aber auch von der fettigen Natur konnte ich mich keineswegs überzeugen, so dass es mir einstweilen am besten scheint, anzunehmen, man habe es hier mit einer Form des Chitingewebes zu thun, welche sich den dichten, stark erhärteten elastischen Netzwerken anschliesst.

Die nach aussen gerichteten Ränder der Seitentheile der Platte dienen zum Ansatz zahlreicher quergestreifter Muskelbündel. Sie verlaufen in der Richtung, welche die Nervenstämme der Beine nehmen. An die Querbrücke setzen sich keine Muskeln an.

Haben wir uns über den Thatbestand soweit unterrichtet, als das Vorliegende aussagt und vergleichen damit die Angaben und Zeichnung Tulk's, so wird klar, dass die sich ergebenden Differenzpunkte ihren Grund darin haben, dass unser Autor die Skeletplatte für nervös hält, zum Thoracalganglion rechnet, ja als den Haupttheil desselben betrachtet. Denn er gedenkt der Platte mit keinem Worte, überträgt aber ihre Form auf jene des Thoracalganglions, indem er hervorhebt, dieses sei aus einem queren und zwei daran sich schliessenden Seitentheilen zusammengesetzt, was, wie wir gesehen, ganz richtig auf den Umriss der Platte, keineswegs aber auf das Thoracalganglion passet, welches einfach rundlich ist. Aus dieser Vermengung der beiden so verschiedenen Gebilde erklären sich auch die Angaben, dass das Thoracalganglion von festerer Textur sei als das Gehirnganglion und die zusammensetzenden Kügelchen in dem Thoracalganglion wie Fettbläschen aussehen, die zu einem unregelmässigen Netzwerke verbunden seien, alles Mittheilungen, die vollkommen auf die Skeletplatte, aber nicht im Entferntesten auf das Thoracalganglion bezogen werden können.

Nachdem ich so mancherlei an den Arbeiten der beiden genannten Zootomen berichtigen zu müssen geglaubt, möchte ich schliesslich mit um so mehr Anerkennung hervorheben, dass die vom Hinterrand des Thoracalganglions abgehenden und für die Eingeweide bestimmten Nerven zum Theil schon von Treviranus, insbesondere aber von Tulk genau und richtig beschrieben werden.

Der mittlere Nerv spaltet sich kurz nach seinem Ursprung in zwei Aeste, ja eigentlich scheinen sie mir von Anfang doppelt und nur sehr nahe beisammen zu liegen. Sie erstrecken sich, ohne zunächst sich weiter zu verzweigen, nach hinten, worauf jeder der Nerven in ein birnförmiges Ganglion anschwillt, das man schon mit freiem Auge gut sehen kann; jenseits der Ganglien verbinden sich die beiden Nerven durch eine Queranastomose und entwickeln dann unter vielfacher Verästelung ein Netzwerk, das noch einmal da und dort kleine gangliöse Verdickungen aufzeigt. Die seitlichen aus dem Tho-

racalganglion kommenden Eingeweidenerven theilen sich abermals bald nach ihrem Ursprunge oder sind vielleicht an ihrer Wurzel schon getheilt, und schwellen ebenfalls im weiteren Verlaufe zu birnförmigen Ganglien an, wovon das Ganglion des inneren Nerven eher auftritt als jenes des äusseren, während nach Tulk es gerade umgekehrt wäre. Alle diese Ganglien, bei starker Vergrösserung angesehen, zeigen anstatt der reinen Birnform einige seichte Einbiegungen am Rande, die man als Spuren von Lappenbildung betrachten darf; ferner gewahrt man unter diesen Verhältnissen, dass der Nerv jedesmal als heller Streifen mitten durch das aus kleinzelliger Masse bestehende Ganglion zieht.

Eine Abbildung werde ich folgen lassen.

Die organische Musculatur innerhalb verschiedener Falten des menschlichen Bauchfelles.

Von

Professor Dr. Luschka in Tübingen.

Das Vorkommen organischer Muskelbündel innerhalb gewisser Falten des menschlichen Bauchfelles ist lange Zeit hindurch behauptet worden, ehe die mikroskopische Untersuchung den stringenten Beweis dafür geliefert hat. Dagegen wurde erst in der neuesten Zeit die Existenz contractiler Faserzellen in verschiedenen Abschnitten des Bauchfelles mancher Amphibien und Fische theils schon durch das freie, theils durch das bewaffnete Auge dargethan.

Den Reihen der hierhergehörigen Entdeckungen eröffnete Ernst Brücke[1]), welcher ein ganzes System von glatten

1) Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1851. Bd. VII. S. 246.

Muskelfasern im Peritonaeum von *Psammosaurus griseus* aufgefunden hat. Im Lig. suspensorium hepatis verlaufen bei diesem Thiere zahlreiche getrennte Bündel solcher Fasern schief von unten und hinten nach oben und vorne. Die vordersten breiten sich, nach rechts und nach links ausstrahlend, in das membranöse Zwerchfell aus, dessen einzige Musculatur sie bilden.

Ein ähnliches System von organischen Muskelfasern hat Rathke[1]) später bei mehren *Varanus*-Arten gefunden. Bei vielen Schuppenechsen, die zu einer anderen Familie, als die der Varaniden gehören, entdeckte Rathke in der grossen Falte des Bauchfells, welche bei ihnen den hinteren Theil der Speiseröhre, den Magen und den Darmkanal an die Rückenwand des Rumpfes befestigt, eine bedeutende Menge contractiler Faserzellen.

Bei Rochen und Haien kommen nach den Wahrnehmungen von F. Leydig[2]) in dem Mesenterium starke Züge glatter Muskeln vor. Schon mit freiem Auge erkennt man scharf ausgeprägte Faserzüge, welche vom Magen und vom Darmkanale weg in das Gekröse eintreten. Sie kommen unmittelbar von der Fleischhaut dieser Organe, verbinden sich netzförmig im Gekröse, und bestehen aus grossen, leicht isolirbaren, spindelförmigen Zellen. Glatte Muskeln sind von diesem Beobachter auch im Aufhängeband der Leber von *Coluber natrix*, ferner im Gekröse von *Salamandra, Triton, Testudo, Lacerta, Anguis* u. A., bei welchen sie im Allgemeinen strahlig vom Darm gegen die Anheftung des Gekröses an die Wirbelsäule verlaufen, nachgewiesen worden.

Ueber die im Mesenterium der Säugethiere schon früher angenommenen organischen Muskelfasern hat zuerst Pappenheim[3]) bei mehreren Species genauere Untersuchungen angestellt. Besonders stark fand er sie beim Kaninchen ausge-

1) Untersuchungen über die Aortenwurzeln etc. der Saurier. Wien 1857. S. 86.

2) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Rochen und Haie. Leipzig 1852. S. 57, und Lehrbuch der Histologie. S. 325.

3) Joh. Müller's Archiv für Anatomie etc. 1840. S. 346.

bildet, bei welchem sie vom concaven Rande der Uterushörner ausstrahlen und im Mesometrium eine freie Endigung erfahren. Sehr bemerkenswerth sind auch die Längsfasern, welche beim Meerschweinchen vom Fruchthälter ausgehen und innerhalb der Plicae vesico-uterinae zur Harnblase gelangen. Bei verschiedenen anderen Säugern, namentlich beim Kalbe, erstreckt sich eine Anzahl von Längsfaserbündeln über die Blasenwandung hinaus in die hier sehr hohen Peritonaealfalten hinein, welche die obliterirten Arteriae umbilicales und den Urachus umschliessen.

In Betreff des Menschen ist meines Wissens zuerst von Jean Jos. Sue[1]) gelehrt worden, dass Muskelfasern der Gebärmutter sich nicht allein in die Ligamenta ovariorum et uteri teretia fortsetzen, sondern dass auch die breiten Mutterbänder querverlaufende Muskelfasern enthalten, welche von den Seitenrändern des Uterus abgehen und sich nach aussen allmählig verlieren. Diese von der äussersten Querfaserschicht des Uterus zwischen die zwei Blätter der breiten Mutterbänder ausstrahlenden Fleischbündelchen nehmen während der Schwangerschaft bedeutend an Masse zu, und gewinnen auch unter anderen Umständen eine das gewöhnliche Maass überschreitende Stärke. Ich fand dieselben namentlich in Fällen, in welchen die Ligamenta lata dauernd eine bedeutende Zerrung erfahren hatten, insbesondere bei lange bestandenem Prolapsus uteri in ausgezeichnetem Grade entwickelt.

Das grösste Interesse nehmen ohne Frage diejenigen organischen Muskelfasern in Anspruch, welche in die sogenannten Douglas'schen Falten eingelagert und die wichtigste Grundlage ihrer Bildung sind. Sowohl die Configuration, als auch der Inhalt dieser Falten des Bauchfelles sind zum Theil sehr ungenügend geschildert worden. Man beschränkt sich gemeinhin darauf, dieselben einfach nur als zwei ansehnliche Duplicaturen zu bezeichnen, welche die Excavatio recto-uterina seitlich begrenzen. Die meisten Autoren haben es ausser Acht gelassen, dass beide Falten an der hinteren Seite des Gebär-

---

1) Mémoires prés. á l'acad. p. d. savans étrang. Tom. V.

mutterhalses unter Bildung eines querliegenden, nach hinten concaven Vorsprunges zusammenfliessen. Dieses Verhältniss ist von Kohlrausch indess richtig erkannt worden, wenn er bemerkt, dass das Bauchfell, indem es von dem Collum uteri zurücktritt, eine kleine Falte erzeuge. Nur ist die weitere Angabe, wie wir zeigen werden, irrig, dass nämlich dieselbe durch schlaffes, blätteriges Zellgewebe an den Hals des Uterus angeheftet werde, indem sie vielmehr der Ausdruck eines musculösen Vorsprunges ist. Diesen faltenartigen, an der hinteren Seite des Collum uteri gegen den Mastdarm hin gekrümmten, den Zusammenfluss der Plicae recto-uterinae bezeichnenden Vorsprung fand ich in Leichen von Personen, welche noch niemals schwanger waren, schärfer ausgeprägt, als bei solchen, welche schon geboren hatten.

Wie wenig die Existenz organischer Muskelfasern innerhalb der Douglas'schen Falten zur allgemeinen Kenntniss gelangt ist, beweist nicht allein der Umstand, dass ihrer in manchen Hand- und Lehrbüchern der Anatomie gar nicht gedacht wird, sondern dafür sprechen auch von der Natur der Verhältnisse positiv abweichende Angaben einzelner Autoren. So begegnen wir z. B. bei J. Cruveilhier[1]) der Bemerkung: „J'ai trouvé un tissu fibreux très manifeste entre les deux feuillets du peritoine, qui constituent les replis utéro-rectaux.“ Diese Aeusserung des um die Anatomie hoch verdienten Cruveilhier erscheint um so auffallender, als gerade in seinem Heimathlande der in Rede stehende Gegenstand zuerst eine der Wahrheit sich annähernde Auffassung gefunden hat. Es war schon J. J. Sue, welcher Muskelfaserzüge erwähnt, die in der Längenrichtung der Douglas'schen Falte verlaufen. Ganz bestimmte Aufschlüsse hierüber hat aber namentlich Madame Boivin[2]) ertheilt und sehr richtig die organische Musculatur innerhalb der Douglas'schen Falten mit derjenigen verglichen,

---

1) J. Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive. Trois. Ed. Tom. III. p. 692.

2) Handbuch der Geburtshülfe. Nach der dritten Ausgabe des Originals übersetzt von F. Robert, Cassel 1829. S. 74.

welche in die Zusammensetzung der runden Mutterbänder eingeht.

Es ist in der That nicht schwer, sich von der Richtigkeit dieser Angabe im Allgemeinen zu überzeugen. Durch die sorgfältige Ablösung des Bauchfelles vom freien Rande der einigermaassen angespannten Plica recto-uterina aus vermag man leicht das seinem Laufe folgende dichte, seitlich etwas abgeplattete blassröthliche Fleischbündel gegen den lateralen Umfang des Mastdarmes hin bis in die Nähe des zweiten Sacralwirbels zu isoliren. Schon grössere Hindernisse treten dem richtigen Verständnisse des Verhaltens vom vorderen Ende jener organischen Muskelfaserzüge entgegen, welches denn auch bisher noch keineswegs erlangt worden ist. Es geht nämlich nicht allein von der hinteren Seite des in das Gewebe der Scheide nicht hineinragenden Abschnittes vom Collum uteri eine gewisse Summe contractiler Faserzellen aus der Wandung des letzteren Organes in die Zusammensetzung des Parenchyms der Plica Douglasii ein, sondern es stellt auch das obere Ende der hinteren Wand der Scheide dazu ein nicht geringes Contingent von Muskelfasern. Die beiderseitigen Fleischbündel fliessen an den bezeichneten Stellen der genannten Organe theilweise unter einander zu einem gegen den Mastdarm hin concaven Gürtel zusammen, welcher sich in Gestalt jenes queren, die vorderen Enden der Douglas'schen Falten medianwärts vereinigenden Wulstes erhebt, der, wie oben bemerkt, von O. Kohlrausch[1]) unrichtig als eine nur von blätterigem Zellstoffe erfüllte niedrige Duplicatur des Bauchfelles erklärt worden ist. An gut ausgearbeiteten Präparaten kann man sich vollkommen davon überzeugen, dass nicht alle Fleischfasern vom Uterus und der Scheide herrühren, sondern dass eine Anzahl derselben, nämlich diejenigen, welche bogenförmig unter sich zusammenfliessen, eine in gewissem Sinne selbstständige Formation darstellen.

Wenn man diese ganze Anordnung in Rücksicht auf ihre functionelle Bedeutung betrachtet, dann dürfte es kaum zwei-

1) Zur Anatomie und Physiologie der Beckenorgane. Leipzig 1854.

felhaft erscheinen, dass sie dazu bestimmt ist, die Gesetzmässigkeit hauptsächlich der Lage des unteren Endes der Gebärmutter zu bestimmen und zu sichern. Insofern sie dasselbe in der Richtung des nach abwärts rückwärts verlaufenden Segmentes der Beckenachse zieht, könnte sie der Kürze wegen vielleicht passend in ihrer Gesammtheit als „Musculus retractor uteri“ aufgeführt werden. Als solcher ist sie der Antagonist derjenigen Fortsetzungen der Substanz des Uterus, welche den Inhalt der runden Mutterbänder ausmachen. Diese durch den Leistenkanal hindurchtretenden musculösen Stränge, welche während dieses Laufes sich mit quergestreiften vom m. obliquus abd. int. und transversus abdominis herrührenden, dem Cremaster vergleichbaren Bündeln vermischen, endigen im dichten subcutanen Zellstoffe des Mons Veneris, und haben den Zweck, die nach vorwärts geneigte Lage des Fundus uteri zu erhalten. Ohne Ausnahme treten einzelne zarte Bündelchen aus den runden Mutterbändern ab, um zwischen die Blätter der Ligamenta vesico-uterina auszustrahlen. Dadurch wird ein Verband zwischen Uterus und Harnblase bewerkstelligt, welcher bei anomal starker Ausprägung jene, in gewöhnlichen Verhältnissen höchst unbedeutenden, Bündelchen zu beachtenswerthen Erscheinungen, namentlich während der Geburtsthätigkeit, Veranlassung geben könnte.

Von denjenigen Falten des Bauchfelles, welche dem Systeme der abdominellen Digestions-Organe angehören, habe ich beim Menschen bisher nur eine einzige gefunden, zwischen deren Blättern organische Muskelfasern ausgebreitet sind. Es ist eine der bisherigen Beobachtung entgangene, sehr eigenthümliche Falte, welche wir, da sie sich an der Grenze von Blind- und Dünndarm erhebt, „Plica ileocoecalis“ nennen wollen. Diese Duplicatur hat ihre Lage zum Theil am vorderen, zum Theil am lateralen Umfange des Dünndarm-Endes. Sie besitzt eine in maximo zwischen 1, und 2,5 Centim. wechselnde Höhe. Ihr freier Rand ist sichelförmig ausgeschweift, bei abgemagerten Individuen dünn und durchscheinend, bei wohlgenährten Menschen durch Fetteinlagerung mehr oder weniger verdickt. Das äussere Ende steigt, sich mehr und mehr ver-

jüngend, bald nur einige, bald 7—9 Centim. weit am seitlichen Umfange des Dünndarmes empor, das innere Ende dagegen verliert sich allmählig in das laterale Blatt des Mesenteriolum processus vermiformis. Dieses begrenzt mit ihr eine 3—4 Cent. tiefe Tasche, die ich schon bei einer anderen Gelegenheit als „Recessus ileocoecalis“ näher beschrieben habe.

Die in die Plica iliocoecalis eingetragenen glatten Muskelfasern sind bei nicht zu bedeutender Fettablagerung schon mit freiem Auge leicht erkennbar. Dieselben sind immer sehr blass und in Gestalt zarter Bündelchen ausgebreitet, welche fast fächerartig vom angewachsenen gegen den freien Rand der Falte ausstrahlen. Durch die mikroskopische Untersuchung vermag man an frischen Objecten die contractilen Faserzellen nur unvollkommen zu isoliren. Sie sind zu platten, bandartigen Streifen fest zusammengefügt, zwischen welche viele feine elastische Fasern eingestreut sind. Nach wochenlanger Einwirkung von verdünnter Essigsäure dagegen kommen beim Zerzupfen des Präparates mittelst Nadeln zahlreiche spindelförmige, jedoch meist nur kürzere Elemente zum Vorschein, an welchen sich bald mehr, bald weniger deutliche stäbchenförmige Kerne bemerklich machen.

Die Frage nach der Abkunft dieser glatten Muskeln schliesst sich zunächst an die Untersuchung über das Verhalten der Fleischbündel des dünnen und des dicken Darmes an der Grenze ihres Zusammenstosses an. Ueber diese Angelegenheit ist aber, wie mir scheint, bisher nur wenig ermittelt worden. Eigene diesem Gegenstande zugewendete Untersuchungen haben mich von folgender Einrichtung überzeugt:

Da, wo der Dünndarm beginnt sich zur Bildung der Ileocoecalklappe in den Dickdarm einzustülpen, findet ein Austausch zwischen Längsfasern des dünnen und des dicken Darmes statt, so dass zwischen beiden eine Art von Muskelnaht zu Stande kommt, während sich nur die Ringsfaserschichte des Ileum in jene Klappe fortsetzt. Die am unteren Ende des Dünndarmes stärker als in seinem übrigen Verlaufe ausgebildete Längsfaserschichte setzt sich in zahlreichen, zum Theil in elastische Sehnchen übergehende Bündeln im ganzen Umkreise sei-

ner Einsenkungsstelle auf die Wand des Dickdarmes fort. Besonders deutlich treten nach genauer Ablösung des Peritonaealüberzuges diejenigen Bündel hervor, welche dem oberen Umfange jener Einmündungsstelle, d. h. der eigentlichen Grenze zwischen Blinddarm und Colon ascendens angehören. Die Bündelchen, welche meist durch rundliche, von Zellstoff erfüllte Zwischenräume von einander getrennt sind, verlieren sich theils zwischen, theils über den Kreisfasern des Dickdarms. Aus den Längsfalten des letzteren, und zwar aus denjenigen, welche die mediale Taenie zusammensetzen, steigt eine Anzahl zum inneren Umfange des Dünndarmes empor. Dies geschieht da, wo dieser Muskelstreifen, hier zu ausserordentlicher Dicke und Festigkeit gediehen, brückenartig über das obere Ende der sehr tiefen Einschnürung hinwegschreitet, welche ihrerseits am medialen Umfange die Grenze von Coecum und Colon bezeichnet. Ein Theil seiner Fasern strahlt in den Grund dieser Einschnürung aus, der grösste Theil derselben aber fliesst unter und über der Wurzel des wurmförmigen Fortsatzes mit der seitlichen und mit der hinteren Taenia coli zusammen. Aus dieser Zusammenflussstelle nun gehen Längsfasern hervor, welche sich einerseits am Wurmfortsatze ausbreiten, andererseits zwischen die Blätter der Plica ileocoecalis eintreten, zu welch' letzterer aber auch einige vom unteren Umfange des Dünndarm-Endes abstammende Bündelchen gelangen.

Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesterns der Ostsee nebst Beobachtungen über die Ohrenqualle und Versuchen über die Motilität derselben.

Von

Medicinalrath Dr. C. Mettenheimer, Grossherzogl. Leibarzte in Schwerin.

(Hierzu Taf. V.)

In der ersten Hälfte des Juni dieses Jahres hielt ich mich einige Tage auf der vor Wismar gelegenen Insel Pöl auf, die den Naturforschern durch Ehrenberg's Untersuchungen an der Ohrenqualle und dem violetten Seestern bekannt ist. Meine Absicht war darauf gerichtet, meine früheren Untersuchungen über die Gesichtsorgane des Seesterns der Nordsee die ich in dem 3. Bande der Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft veröffentlicht habe, aufs Neue zu prüfen und gleichzeitig die Sinnesorgane der Quallen zu studiren. Es war mir zu auffallend, dass es Haeckel so leicht gelingen konnte, in den Gesichtsorganen der Seesterne des mittelländischen Meeres dioptrische Apparate nachzuweisen, während ich bei *Asteracanthion rubens* Nichts der Art ungeachtet aller Mühe finden konnte. Am Liebsten wäre es mir gewesen, wenn ich hätte an das mittelländische Meer reisen und mich an den von Haeckel zur Untersuchung gewählten Arten von Asteriden unterrichten können; dies liess sich aber nicht erreichen. Die Umstände führten mich in die Nähe der Ostsee; ich musste mich daher begnügen, meine eigenen Untersuchungen an dem *Asteracanthion violaceus* wieder aufzunehmen und zu sehen, ob sich meine früher gewonnene Anschauung mit der Haeckel'schen jetzt leichter vereinigen liesse.

Die Seesterne finden sich an den flachen Ufern der Insel nicht vor, sondern werden in einiger Entfernung aus der Tiefe geholt. Ich erhielt eine sehr grosse Anzahl von Exemplaren, deren Durchmesser von $^1/_2$—$1^1/_2$ Zoll variirte. Es waren also nur sehr kleine Individuen.

Die Quallen dagegen erfüllen das die südliche Küste von Pöl bespülende Meer in unbeschreiblicher Menge und kommen bis dicht an den Strand, wo sie ohne Mühe mit der Hand gefangen werden können. Unter vielen Tausenden, die ich gesehen, war nicht eine einzige geschlechtsreife, obwohl viele 6 Zoll und mehr im Durchmesser hatten; übrigens waren Individuen, die nur $^1/_4$, $^1/_3$, $^1/_2$ Zoll maassen, nicht selten.

I. Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesterns.

Ich schicke meinen Mittheilungen voraus, dass ich die in den Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft veröffentlichten Untersuchungen über den vorliegenden Gegenstand mit Hülfe eines mittleren Schiek'schen Mikroskops angestellt habe, während ich in diesem Sommer ein grosses Hartnack'sches Instrument benutzte.

Charakteristisch für den Seestern der Ostsee, zumal die jüngeren Individuen ist die prachtvolle, violette Farbe der Rückenseite. Die Farbe des *Asteracanthion* der Nordsee ist mehr ein blasses Scharlach mit bläulicher Beimischung.

Auch das Roth der Sehpapille fand ich lebhafter, dunkler als bei den Seesternen der Nordsee, die ich untersucht habe. Vielleicht liegt aber hier ein Unterschied des Alters vor.

Die Sehpapille ist gekrönt von einer flach nach oben und auswärts gekrümmten Fläche, welche die rothen Pigmentflecken trägt. Diese schwach convexe Fläche ist der Länge nach in zwei Hälften getheilt. In der Mittellinie findet sich die stärkste Anhäufung von Pigment; auf beiden Seitenhälften sind die Pigmentflecken in parallelen Reihen geordnet, die unter schiefem Winkel von der Mittellinie sich abzweigen und nach dem freien Ende des Strahls verlaufen.

Nicht immer gelingt es, dies Verhältniss klar zu erkennen;

es giebt viele Individuen, bei welchen sich eine so regelmässige Anordnung der Pigmentflecken nur schwierig, andere, bei denen sich eine solche gar nicht erkennen lässt.[1]) Was die Zahl der Pigmentflecken betrifft, so zählte ich 40, 50 und mehr; sie scheint sich mit dem Wachsthum des Thieres zu vermehren.

Die Pigmentflecken sind von sehr ungleicher Grösse. Die kleineren und kleinsten sind offenbar die neugebildeten. Sie sind alle von einem gleich gesättigten Karmoisinroth. Wird die Sehpapille mit der gehörigen Vorsicht herausgeschnitten und mit einem Tropfen Seewasser bedeckt, aber keinem Druck und keiner Zerrung ausgesetzt, so wird es entschieden nicht gelingen, etwas zu entdecken, was man berechtigt wäre, als Linse anzusehen, man mag eine Vergrösserung anwenden, welche man will. Jeder Pigmentfleck stellt eine zusammenhängende Ablagerung von dunkelrothem Pigment dar. Nur mit grosser Schwierigkeit lässt sich, mehr ahnen als sehen, dass unter der Pigmentdecke etwas helleres verborgen sein müsse. Wendet man nun Druck an, presst man die einzelnen Theile des Pigments aus einander, so kommen dazwischen helle, ungefärbte Stellen zum Vorschein.

Die weitere, mikroskopische Analyse ergiebt, dass dieser helle Kern der Pigmentflecken aus runden, wasserklaren Zellen und aus Myelintropfen besteht. Ich konnte mich jedoch nicht davon überzeugen, dass er ein zusammenhängendes, kugliges Organ darstelle; nicht einmal nach der Anwendung von Mineralsäuren, nach welcher Häckel immer so klare Bilder erhielt, gelangte ich zu einer ähnlichen Anschauung.

Im Ganzen behielt ich von meinen Beobachtungen denselben Eindruck, wie von meinen Untersuchungen in Norderney. Die Pigmentflecken bestehen aus einer dichten Pigmenthülle, die sich wie eine Rinde um einen weichen, aus zarten, farblosen Elementen gebildeten Kern legt; dass dieser Kern als dioptrischer Apparat fungiren könne, wird schwer begreiflich, wenn man sein Verhältniss zu der dichten Pigmenthülle berücksichtigt.

---

1) Fig. 1, Fig. 9.

Vermeidet man bei der Beobachtung der Pigmentflecken Druck sowohl als Reagentien, so sieht man, dass die Flecken länglich rund sind und einen wenn auch nicht sehr scharf gezackten Rand haben. Dieser Anblick entsteht dadurch, dass die Pigmentzellen sich in feine Fasern ausziehen, welche in die Tiefe des Organs hinabsteigen. Die umgekehrte Auffassung giebt vielleicht ein klareres Bild: man sieht ohne Schwierigkeit feine Fasern aus der Tiefe aufsteigen, sich je näher dem Pigmentfleck, desto mehr mit Farbstoff belegen und zuletzt in den Fleck einsenken.

Es liegt nicht sehr weit ab, in jenen Fasern die Elemente des Sehnerven und in ihrem Verhältniss zu dem Pigment ein Analogon zu dem Insectenauge zu erkennen. Eine Linse würde bei Thieren, von denen es noch sehr zweifelhaft ist, ob sie überhaupt bestimmte Gegenstände sehen können und sich nicht vielmehr mit einer allgemeineren Lichtempfindung begnügen müssen, nur eine morphologische Bedeutung haben können, vielleicht ganz überflüssig sein. Auch scheint mir die dünne Epidermislage, welche Häckel als Cornea ansieht, einem so zarten Organ, wie eine Linse es ist, nicht genügenden Schutz gewähren zu können.

Die Papille besteht aus einem System von Ring- und Längsfasern, von denen jene die Cortical-, diese die Marksubstanz darstellen. Der Stiel der Papille enthält schon bei diesen kleinen, von mir auf Pöl untersuchten Individuen viel körniges, orangefarbenes Pigment. Auch rothe Pigmentflecken kann man manchmal an dem Stiel der Papille beobachten; doch ist dieses nicht häufig.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Sehpapille des *Asteracanthion* in situ. An dem Stiel der Papille sieht man auch rothe Pigmentflecken. Von einem Thier, das $^1/_2$ Zoll im Durchmesser hatte. Vergrösserung: 70 mal.

Fig. 2. Kugelförmige Pigmentzellen aus einem Fleck. Thier $2^1/_2$ Zoll Durchmesser. Vergrösserung: 480.

Fig. 3. Längliche Pigmentzellen aus dem Rande eines mit Acid. muriat. behandelten Pigmentflecks.

Fig. 4. Dieselben Zellen ohne Anwendung der Salzsäure.

Fig. 5. Ein Augenfleck mit gezacktem Rande, durchschimmern dem hellem Kerne, Myelintropfen. Thier 2½ Zoll Durchmesser Vergrösserung: 480.

Fig. 6. Aehnlicher Fleck. Nach Anwendung des Drucks kommt die helle centrale Masse in den Lücken des Pigments zum Vorschein.

Fig. 7. Ein kleinerer, in der Entwickelung begriffener Fleck.

Fig. 8. Augenflecken sehr kleiner Seesterne, ohne Druck.

Fig. 9. Die Oberfläche der Sehpapille bei einer Vergrösserung von 140. Die Regelmässigkeit in der Anordnung der Pigmentflecken st nur angedeutet.

Fig. 10. Verschieden geformte und in Fäden ausgezogene Pigmentzellen aus den Augenflecken.

II. Beobachtungen über die Ohrenqualle und Versuche über die Motilität derselben.

1. Ueber den Bulbus sensitivus der Ohrenqualle.

An dem papillenartigen Körper, welchen man als den Träger der edleren Sinne bei der Ohrenqualle ansieht, sind die beiden auffallendsten Gegenstände der Krystallhaufen und der Pigmentfleck. Ehe ich die feineren Structurverhältnisse derselben berühre, muss ich einen Augenblick bei ihrem gegenseitigen Lagerungsverhältniss verweilen, das mir bis jetzt nicht hinreichend beachtet worden zu sein scheint. Ehrenberg[1]) hat zuerst hervorgehoben, dass die Augenpunkte nicht, wie eine oberflächliche Beobachtung zu lehren scheint, an der Spitze, sondern auf der Oberseite der Sehpapillen liegen und hat diese Lage als „zweckmässig für das Erkennen der Richtung und das Dirigiren der Bewegung" bezeichnet. Hängt wirklich, wofür alle Wahrscheinlichkeit spricht, die Lichtempfindung an diesem rothen Flecke, so ist die Rückenfläche der Papille, soweit sie unter dem Glockenrande hervorsieht, eine für den Sitz des Gesichtsorganes sehr passende Stelle. Wenn die Qualle ruht und sich von den Wellen tragen läst, so treffen die von oben durchs Wasser herabfallenden Lichtstrah-

1) Abhandl. der Berl. Akad. aus dem Jahre 1835. S. 192.

len gerade die Augenpunkte; und wenn das Thier schwimmt, so sind die Augenpunkte immer dahin gerichtet, wohin es sich bewegt.

Das Krystallhäufchen liegt dicht vor dem Augenpunkt und nimmt die äusserste Spitze der Papille ein, in der Weise, dass nur der kleinste Theil der Krystalle noch auf der Rückenfläche, der grössere Theil dagegen auf der unteren Fläche derselben angehäuft ist. Profilansichten erläutern dies Verhältniss am besten.[1]) Es geht aus den Seitenansichten hervor, dass man, von oben auf eine Meduse herabsehend, von den Krystallen so gut wie nichts bemerken, den Augenpunkt dagegen in seiner ganzen Ausdehnung überblicken wird, und dass es sich umgekehrt verhält, wenn man eine Qualle von unten, d. h. von der Bauchseite betrachtet. Zu der geschützten Lage des Augenflecks steht die exponirte Lage des Krystallhäufchens an der äussersten Peripherie des Schirms in einem gewissen Gegensatze. Eine solche Lage würde geeignet sein, jede in dem Wasser vorkommende Vibration aufzunehmen und fortzupflanzen; man würde die Stelle für Otholithen ganz zweckmässig halten müssen, und an deren Unbeweglichkeit keinen Anstoss nehmen dürfen, da dies z. B. bei den Fischen das gewöhnliche ist.[2])

Ich möchte diese aus der Lage der Krystalle, wie sie im Gegensatz zum Augenpunkte erscheint, geschöpfte Ansicht für nichts anderes als eine Vermuthung ausgeben, zumal da ich eine andere Eigenschaft dieser Krystalle kennen lernte, die sie doch wieder in nähere Beziehung mit dem Gesichtssinn zu bringen scheint. Ich meine ihre Fähigkeit, das Licht in einem ganz ausgezeichneten Grade zu reflectiren. Hat man die Quallen in einer weissen Schale, die so tief ist, dass die directen Sonnenstrahlen nicht hineinfallen, so erblickt man von den Sehpapillen Nichts, als die prachtvollen rothen Augenpunkte

1) Fig. 17.

2) Neuerdings hat sich Virchow für die Ansicht ausgesprochen, dass die Sinnespapillen der Ohrenqualle zur Wahrnehmung von Gehöreindrücken bestimmt sein möchten (Amtlicher Bericht über die Naturforscherversammlung in Karlsruhe. S. 217).

und man glaubt, das ganze Organ bestehe wesentlich aus diesem rothen Knöpfchen. Sobald aber die Quallen von einigen Sonnenstrahlen getroffen werden, so verschwindet das vorher so lebendige Roth; es wird durch ein kleines Fünkchen ersetzt, das in bläulich weissem Lichte, dem elektrischen Lichte vergleichbar, aus der Tiefe des Wassers hervorstrahlt. In Gefässen mit dunklen Wänden ist die Schönheit dieser Erscheinung ganz ausserordentlich. Es liesse sich nun ein Zwiefaches denken. Entweder können diese kleinen Leuchten dazu dienen, einer Qualle die Gegenwart der anderen schon auf einige Entfernung anzuzeigen; oder man muss annehmen, dass das unvollkommene, aller physikalischen Hülfsapparate baare Auge den im Wasser abgeschwächten Lichtstrahl, den es sonst vielleicht gar nicht wahrgenommen haben würde, erst nachdem er durch die Krystalle eine vielfache und brillante Reflexion erlitten hat, befähigt wird zu empfinden.

Der vorhin geschilderte Farbenwechsel, den man an der Sehpapille wahrnimmt, je nachdem man sie von oben oder von unten, bei direct auffallendem Sonnenlicht oder bei diffusem Licht betrachtet, darf, wie mir scheint, nicht verwechselt werden mit der auf inneren Vorgängen beruhenden Verwandlung einer Farbe in die Complementärfarbe, wie sie an den Bulbis sensitivis anderer Quallen vorkommt und von mir bei einer kleinen *Thaumantias* aus der Nordsee beschrieben worden ist.[1]) Die letztere Erscheinung ist unabhängig von der Art der Beleuchtung.

Von dem Augenpunkt ist noch anzuführen, dass ihn Ehrenberg in seiner vergrösserten Abbildung viel zu roth dargestellt hat.[2]) Roth erscheint der Fleck nur dem unbewaffneten Auge und bei auffallendem Licht; bei stärkerer Vergrösserung und durchfallendem Lichte sieht er braunroth aus, und dies ist eine Farbe, die aus einer Mischung von violetten und rothen Pigmenttheilchen zu entstehen scheint. Das Pigment ist körnig und ist in zarte, kuglige Zellen eingeschlossen, wie

---

1) Abhandl. der Senckenb. naturforsch. Gesellsch. Bd. III.
2) A. a. O. Taf. V, Fig. 1.

in den Augenflecken des Seesternes.[1]) Beobachtet man es längere Zeit unter dem Mikroskop, so bemerkt man eine gewisse Veränderlichkeit in seinen Farbennüancen. Bald scheint es mehr braun, bald mehr violett, bald blasser, bald dunkler zu sein. Salzsäure zerstört den Farbstoff rasch. Die Pigmentschicht geht nicht tief; sie bildet, wie man sich in Seitenansichten überzeugen kann, zwei flache Wülste, einen vorderen und einen hinteren, geschieden durch eine eben so flache Vertiefung.

Ausser den schon erwähnten kugligen Pigmentzellen finden sich im Augenflecke, wie beim Seestern, in die Länge gezogene Pigmentanhäufungen. In den kugligen Zellen ist das Pigment meist an der einen Wand excentrisch angehäuft. Unter der Pigmentschicht bemerkt man hellere ungefärbte Elemente. Die Analyse derselben ist durch ihre grosse Zartheit sehr erschwert. Ich erkannte grössere und kleinere Zellen ($^1/_{200}$ — $^1/_{400}$''' Diam.), die blass, ganz rund, zart granulirt waren und oft mehrere ganz runde Kerne enthielten.[2])

Ausserdem begegneten mir Fetttropfen, die ich für Myelin halten muss, und Fasern von äusserster Zartheit. Alle diese Beobachtungen erfordern wegen der grossen Zartheit der Theile und der Schwierigkeit, sie zu deuten, eine sehr häufige Wiederholung.

In Seitenansichten der Papille bemerkt man zwischen den körnigen und zelligen Gebilden, die sie wesentlich zusammensetzen, 2 sehr zartwandige Kanäle.[3]) Der eine, oberste von diesen verläuft dicht unter dem Augenpunkt und bezeichnet

---

1) Fig. 18.

2) Fig. 19.

3) Diese Bezeichnung ist nur gestattet, wenn man den Eindruck des Bildes, den man von dem Präparat unter dem Mikroskop gewinnt, einfach wiedergeben will. Eigentlich sind diese Kanäle der Ausdruck einer schmalen, cylindrischen Höhlung, welche die Rindenschicht der Papille von ihrer centralen Substanz, und an der Spitze der Papille den Augenfleck von den Krystallhäufchen trennt. Ganz ähnlichen Structurverhältnissen begegnet man in den Randfäden (vergl. Fig. 16). Man ist danach berechtigt, die Sehpapille in morphologischer Beziehung als identisch mit den Randfäden zu erklären.

die Grenze zwischen diesem und der Krystallablagerung. Der andere Kanal hält sich näher an der äusseren Oberfläche der Papille und trennt, indem er sich stark verschmälert, die Krystalle von einer dünnen Schicht von Nesselzellen, welche gleichsam das Epithelium der Papille bildet.

Eine eigenthümliche gelbliche Farbe verräth diese Schicht überall, wo sie mit durchfallendem Lichte beobachtet wird.

Sie überzieht die Papille ganz, mit Ausnahme des Augenpunktes, wo ich sie nicht entdecken konnte.

Auch die Krystalle sind gelblich durchscheinend. Die meisten haben eine 6eckige Form und enthalten einen Kern, der entweder auch 6eckig, oder rundlich ist, oder aus 2—3 Kernkörperchen besteht. Von dem Kern aus verlaufen häufig Sprünge radienförmig nach den Contouren der Krystalle. — Viele Krystalle haben treppenförmig gezahnte Ränder, wie die Fasern in den Linsen mancher Fische.[1]) Niemals hatte ich den Eindruck, als ob die Krystalle in Zellen eingeschlossen wären, wie es nach Virchow[2]) der Fall sein soll. Ungeachtet ich diesem Punkte besondere Aufmerksamkeit zuwandte, ist es mir weder gelungen, eine den Krystall eng umschliessende Membran zu unterscheiden, noch auch ein Reagens zu finden, welches die Membran von dem Krystalle abgehoben hätte.

In Salzsäure, Kal. carbon., Acid. acet. lösten sich die Krystalle nicht auf. Auf einem Glasplättchen angetrocknet, haben sich die Krystalle ohne wahrnehmbare Veränderung ihrer Form bis jetzt, also mehrere Monate lang, erhalten. In dieser Form beobachtete ich sie mit dem Polarisationsapparat und fand, dass sie im dunklen Gesichtsfeld mit einem sehr hellen, weisslich blauen Schein sichtbar werden.

Auch das Pigment des Augenfleckes hat sich durch Antrocknung sehr gut erhalten; polarisirende Eigenschaften zeigt es nicht.

---

1) Fig. 20. 21.

2) Amtl. Bericht über die Naturforscherversamml. in Karlsruhe.

2. Einiges über die Histologie der Ohrenqualle.

Das Epithelium des Schirmes könnte man seiner Form nach einem Pflanzengewebe vergleichen. Meistens sieht man die beiden Wände zweier sich berührender Zellen; hier und da sind die Zellenwände durch eine Intercellularsubstanz verkittet, wodurch die Aehnlichkeit mit einem Pflanzengewebe nur vermehrt wird.

Die glashelle Substanz, welche vermittelst ihrer Elasticität als Antagonist der die Zusammenziehungen des Schirmes bedingenden Muskelschicht zu betrachten ist, enthält bei ganz jungen Individuen in einer structurlosen Masse zellenartige, unregelmässige Körper mit Ausläufern. Ein jeder dieser Zellenkörper enthält 2—8 rundliche, fein granulirte Kerne.[1] Bei erwachsenen Individuen anastomosiren, wie Max Schultze gezeigt hat, die Ausläufer der Zellenkörper mit einander und stellen ein zusammenhängendes Maschenwerk dar. Ich habe bemerkt, dass bei jüngeren Individuen das elastische Gewebe des Schirms das Wasser leicht fahren lässt. Schneidet man ein Stück von dem Schirm eines jugendlichen Individuums ab und legt es auf ein Uhrglas, so verliert es in kurzer Zeit sein Wasser und schrumpft zu einem unansehnlichen, mehr membranösen Gewebe zusammen. Ich vermuthe, dass in dem unfertigen Bau dieses Gewebes, in der noch mangelnden Verbindung zwischen den einzelnen Zellenkörpern die Ursache dieser Erscheinung zu suchen sein möchte.

Die musculöse Schicht auf der concaven Oberfläche des Schirms ist bei kleinen Individuen oft nicht leicht zu erkennen, weil das Epithelium zu eng und fest mit ihr verbunden ist. Sie bewahrt ihre Contractilität sehr lang, selbst an Stückchen, die so klein waren, dass sie zur Beobachtung bei 700maliger Vergrösserung dienen konnten.

Die Elemente der Muskelschicht verdienen bei den sehr jungen Exemplaren, die ich untersucht habe, nicht den Namen von Fasern. Es sind sehr blasse und zarte, an beiden Enden

1) Fig. 24.

zugespitzte Faserzellen, die einen äusserst fein granulirten Inhalt haben und durch rundliche und längliche Anschwellungen, die sich in ihrem Verlaufe finden, an das perlschnurförmige Aussehen der Gehirnnervenfasern, wenn sie der Wirkung des Drucks und des Wassers ausgesetzt waren, erinnern.[1])

Da man nicht leicht ein Präparat von dieser Muskelschicht wird anfertigen können, ohne etwas von dem Epithel mitzunehmen, so ist es zweckmässig, die Präparate dieser Schicht mit Sol. kal. carbon. zu behandeln. Die Epithelzellen werden dann durchsichtig bis zum Verschwinden; die Elemente der Muskelschicht treten hingegen viel bestimmter hervor. In der Muskelschicht habe ich stets in sehr reichlicher Menge blasse Tropfen eingelagert gefunden, zu deren Bezeichnung ich in der Wahl zwischen den Begriffen des Myelins und der Sarkode schwanke.

In enger Verbindung mit der Muskelschicht fand sich ein Gewebe, dessen Wesen ich nicht verstehen konnte. Es bestand aus Zügen in paralleler, unendlich feiner, nicht mit Anschwellungen versehener Fäden, in welche in ziemlich regelmässigen Abständen Nester rundlicher, mit doppelten Contouren versehener Tropfen eingebettet waren.[2]) Die Häufchen dieser Tropfen hatten grosse Aehnlichkeit mit dem Myelin der höheren Thiere. Leider vermag ich über die Lage dieser Schicht, ob sie über oder unter der Muskelschicht zu suchen ist, nichts Genaueres anzugeben. Die Abbildung giebt die Eigenthümlichkeit dieser Schicht sehr treu wieder.

3. Zur Entwickelungsgeschichte.

Die kleinsten Individüen, die ich beobachtete, hatten nicht ganz 1/2 Zoll im Durchmesser. Diese jungen Exemplare unterscheiden sich in vielen wesentlichen Stücken von den erwachseneren. Zunächst fällt in die Augen, dass sie viel schöner gefärbt sind. Eierstöcke, Gefässe, Randfäden, alles zeigt dieselbe gesättigte Lilafarbe. Haben die Quallen etwa einen

---

1) Fig. 22.
2) Fig. 25.

Durchmesser von 2 Zoll erreicht, so verlieren die Gefässe, die sich indess in viele Verzweigungen gespalten haben, die schöne Farbe, werden blasser und nehmen einen grünlich-bräunlichen Schein an. Eierstöcke und Randfäden behalten ihre Farbe. Von jenen ist zu bemerken, dass sie bei ganz jungen Individuen die spätere Hufeisenform noch nicht haben, sondern ein kleines, schmales Oblong darstellen.[1])

Betrachtet man so kleine Individuen von oben, so nimmt man wahr, dass die gelatinöse Substanz des Hutes den Rand ein wenig überragt, mit anderen Worten, dass der Rand des Hutes ein wenig nach innen umgekrempelt ist. Untersucht man den Rand von innen, so sieht man ihn bedeckt von einer schmalen Hautfalte, welche von der allgemeinen Lilafarbe ist und an der Wurzel der Randfäden herläuft.

4. Nesseln.

Ein Würmchen gerieth in die Randfäden einer kleinen Meduse, wurde sogleich festgehalten, wand sich hin und her und kam nicht mehr los, bis es aufhörte zu zucken.

Ein *Gammarus* gerieth in die Randfäden eines grossen Exemplars, wurde festgehalten, kämpfte heftig und hatte das Glück, sich endlich nach Zerreissung einiger Fäden zu befreien.

Zur Anstellung solcher Beobachtungen eignen sich am besten Gefässe mit dunkeln Wandungen, von denen sich die zarten Randfäden und die kleinen Thierchen, um die es sich handelt, für's Auge leicht abheben.

5. Ueber die Bewegungen der Ohrenqualle, nebst Versuchen.

Ob die Zusammenziehungen des Schirmes für willkürlich gehalten werden müssen, oder nicht, darüber kann ich nach längerer Beobachtung nicht mehr im Zweifel sein. Ich halte sie für mehr willkürlich, als die Athembewegungen des Menschen, insofern es gestattet sein würde, einen höheren Grad von Abhängigkeit von dem Willen in dem Umstande zu er-

1) Fig. 26.

kennen, dass die Quallen die Zusammenziehungen der Glocke viel länger unterbrechen können, als der Mensch seine Athembewegungen.

Ich habe wiederholt gesehen, dass Quallen sich stundenlang an den Wänden des Glases, in dem ich sie hielt, festsaugten, eine Fähigkeit, die so eng mit ihrer körperlichen Einrichtung zusammenhängt, dass sie dieselbe gewiss häufig in Anwendung bringen. Eine andere Beobachtung, die beweist, wie vollständig die Contractionen des Schirms dem Willen der Quallen unterworfen sind, ist diese: gesunde, lebenskräftige Medusen machen sich häufig ganz flach, und bleiben eine Zeit lang auf dem Rücken regungslos liegen. Auch die mannichfaltigen Formen, welche die Medusen dem Schirm geben können, sprechen für diese Ansicht. Kleine Individuen klappen nicht selten ihre Glocke so zusammen, dass sie wie eine zweischalige Muschel aussehen, und umfassen dann etwas, z. B. den Stiel eines Tangs, anderer partieller und allgemeiner Zusammenfaltungen des Schirms nicht zu gedenken. Sieht man dem Schwimmen der Quallen längere Zeit zu, so wird man sich des Eindrucks nicht erwehren können, dass diese Bewegung eine willkürliche ist. Die Contractionen des Schirms können stärker und schwächer sein und dadurch die Geschwindigkeit der Locomotion reguliren. In Gefässen, wo weder Wind, noch Wellen einen Einfluss auf die Ortsbewegung der Quallen üben können, ist es nichts seltenes, sie längere Zeit in einer und derselben Richtung schwimmen zu sehen, als wenn sie auf einen bestimmten Gegenstand lossteuerten.

Bei der Zusammenziehung des Schirmes werden die Gefässe plötzlich dunkler gefärbt und enger; dies bemerkt man besonders deutlich bei sehr jungen Individuen. Doch ist es auch bei älteren wahrzunehmen. Diese häufige, man darf fast sagen, regelmässige Abwechslung im Kaliber der Gefässe ist nicht zu verwechseln mit den localen, sinuösen Erweiterungen und Abschnürungen, deren bekanntlich die Gefässe der Quallen fähig sind.

Die Contractionen sind jambisch, wie der Herzschlag des Menschen; die Systole dauert kürzer, als die Diastole. Die

Zusammenziehung ergreift gleichzeitig alle Theile des Randes. Wenn sie beginnt, so sieht man die Randfäden sich zuerst nach aussen, dann nach innen bewegen, indem sie bei ihrer Länge und Schlaffheit den rascheren, kräftigeren Bewegungen der Glocke nur sehr schleppend folgen können.

Ich schliesse diesen Aufsatz, indem ich einige einfache Versuche mittheile, die in der Absicht angestellt worden sind, Fingerzeige zu erhalten, wo man eigentlich bei der Ohrenqualle die nervösen Centra, von denen die willkürlichen Bewegungen abhängig gedacht werden müssen, zu suchen hat. Die bisherigen Versuche, auf anatomischem und histologischem Wege die Nervencentra der Quallen zu entdecken, haben nur zu sehr unsicheren Resultaten geführt. Deshalb scheint es wohl gerechtfertigt, der so schwierigen anatomisch-mikroskopischen Beobachtung durch den Versuch den Weg zu bahnen.

Bei einer $1^1/_2$ Zoll im Durchmesser haltenden Meduse schnitt ich den Mund mit Armen und Magen ab. Die Contractionen verloren ihren rhythmischen Charakter; ergriffen blitzähnlich einzelne Stellen des Randes, gingen gleichsam ringförmig um den Rand herum.

Schnitt ich das ganze Centrum der Glocke, Eierstöcke, Magen und was dazu gehört, heraus, so trat die geschilderte Erscheinung sehr deutlich auf. Das so verwundete Thier zuckte übrigens noch Stunden lang.

Derselbe Versuch ergab mir bei grösseren Exemplaren dasselbe Resultat; jedoch war es nicht so schlagend.

Tiefe Einschnitte in den Rand, die ihn in eine Anzahl Lappen theilten, hatten keinen Einfluss auf den Charakter und den Rhythmus der Bewegungen. Erst wenn gleichzeitig Magen und Eierstöcke entfernt wurden, nahmen die Contractionen den blitzähnlich zuckenden, unregelmässigen Charakter an.

Reizt man mit einer Nadel die Lippen des intacten Thieres, so erweitert sich der Mund und schickt sich zur Aufnahme der erwarteten Beute an.

Der herausgeschnittene Magen aber zeigt sammt den Lippen und Armen sehr geringe Empfänglichkeit für mechanische Reize; jedenfalls ist diese Empfänglichkeit bei ihm viel ge-

ringer, als bei abgeschnittenen Stücken des Randes. Von selbst aber zuckt das herausgeschnittene, centrale Stück gar nicht mehr.

Der äusserste Rand der Glocke zeigt, soweit er lilafarbig ist und die Fühlfäden trägt, gar keine rhythmische Contraction mehr, sobald er abgeschnitten ist; nur die wurmförmigen Contractionen der Fühlfäden dauern fort. Will man die rhythmischen Contractionen haben, so muss man ein Stückchen von der Scheibe mitnehmen. Ich sah unter dem Mikroskope bei Beobachtung der Sinnesorgane das kleine Stückchen Rand, das unvermeidlich mit abgeschnitten wird, sich lange contrahiren. Je kleiner die Meduse, desto lebhafter contrahiren sich alle abgeschnittenen Stücke, vorausgesetzt, dass sie einen Theil des Glockenrandes enthalten.

Alle Zerstückelungsversuche müssen unter Seewasser vorgenommen werden. Denn das in dem Gewebe des Hutes enthaltene Wasser läuft sonst aus, ein Umstand, unter welchem die Empfänglichkeit für Reize zu sehr leidet. Unter Seewasser habe ich einzelne Stückchen noch nach vielen Stunden sich lebhaft contrahiren sehen. Man darf aber doch bei diesen Versuchen die Stücke nicht zu klein machen, sonst erlischt die Reizbarkeit sehr schnell.

Es scheinen nach diesen Versuchen im Randtheil des Discus Ganglien zu liegen, welche die Contractionen hervorrufen; im mittleren Theil der Scheibe müssen jedoch andere Nervencentra liegen, die diese Bewegungen beherrschen, coordiniren, zu rhythmischen machen, einem Ganzen unterordnen. Meine Versuche, diese supponirten Ganglien zu finden, sind bis jetzt ganz missglückt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 11. Sehpapille einer jungen Meduse, bei schwacher Vergrösserung. Der Umfang der Papille ist in der Mitte am stärksten.

Fig. 12. Dasselbe mit der Stütze, die aus einer zapfenförmigen Hervorragung besteht, um welche sich eine abgestumpfte Kappe legt.

In beiden Figuren sieht man den centralen Hohlraum und den

Hohlraum, welcher unter dem Mikroskop zu der Erscheinung der „zartwandigen Kanäle“ Veranlassung giebt.

Fig. 13. Sehpapille bei einer Vergrösserung von 480. Thier 1/4 Zoll Diameter. Die zartwandigen Kanäle, die Nesselorgane als Rindensubstanz der Papille. Nesselzellen hören am Pigmentfleck auf.

Fig. 14. Sehpapille der Meduse mit den beiden beweglichen Schenkeln ihrer Hülle (f). Schwache Vergrösserung.

Fig 15. Dasselbe in der Seitenansicht.

Fig. 16. Ein Randfaden. Man sieht auch hier einen centralen Hohlraum und 2 Seitenkanäle als Ausdruck eines cylindrischen, flachen peripherischen Hohlraums.

Fig. 17. Seitenansicht der Papille, durch welche das gegenseitige Lagenverhältniss des Augenflecks, der Krystalle und der zartwandigen Kanäle klar wird. Vergrösserung: 260.

Fig. 18. Braunrothes Pigment in Zellen aus dem Augenfleck der Meduse. Vergrösserung: 480.

Fig. 19. Zellen mit Kernen aus der dicht unter dem Fleck gelegenen Schicht.

Fig. 20. Krystalle mit Kernen und Sprüngen aus dem bulb. sensit.

Fig. 21. Krystalle mit ausgefressenen, auch treppenförmig gezackten Rändern. Ausserdem noch andere Krystallformen. Ebendaher.

Fig. 22. Fasern aus der Muskelschicht des Discus. Vergrösserung: 260.

Fig. 23. Fasern ebendaher, nach Behandlung mit liq. kal. carbonici, Vacuolen enthaltend. Vergrösserung: 480.

Fig. 24. Zellenkörper mit Fortsätzen aus dem elastischen Gewebe der Scheibe. Vergrösserung: 480.

Fig. 25. Fasergewebe mit regelmässig abgelagerten Häufchen von Myelintropfen, aus dem Discus, in der Nähe der Muskelschicht.

Fig. 26. Eine Ohrenqualle, 4 Linien im Durchmesser haltend, von unten gesehen. Die Eierstöcke stellen kleine Rechtecke dar.

Ueber den Einfluss des Vagus auf die Athembewegungen.

Von

Dr. J. Rosenthal in Berlin.

Die bekannten Streitigkeiten über die Art des Stillstandes, in welche der Athemapparat bei Vagusreizung gelangt, haben mich veranlasst, den Gegenstand einer gründlichen Untersuchung zu unterwerfen. Das Ergebniss meiner Bestrebungen habe ich in einer besonderen Schrift niedergelegt, welche binnen Kurzem die Presse verlassen wird.[1]) In den folgenden Zeilen gebe ich eine gedrängte Uebersicht meiner Resultate, und verweise wegen der thatsächlichen Begründung und weiteren Ausführung auf jene Schrift.

Die Frage nach dem Stillstande des Zwerchfelles glaube ich dahin entscheiden zu müssen, dass stets und unter allen Umständen die Reizung des centralen Vagusstumpfes zu einer Contraction des Zwerchfelles führt. Die abweichenden Ergebnisse einiger Forscher erklären sich durch die Erfahrung, dass Reizung des N. laryngeus superior gerade den entgegengesetzten Erfolg hat. Dieser Nerv ist aber bei den Versuchen einiger Forscher der Erregung nachweislich mit ausgesetzt worden.

Das Verhalten der übrigen Respirationsmuskeln ist von meinen Vorgängern sehr unvollständig berücksichtigt worden. Indem ich diesem Punkte meine besondere Aufmerksamkeit zuwandte, kam ich zu Ergebnissen, welche die Beziehungen des Vagus zu den Athembewegungen in einem ganz neuen Lichte erscheinen lassen.

1) Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum N. vagus. Berlin. Verlag von A. Hirschwald.

Bekanntlich hat schon Traube nachgewiesen, dass bei der normalen Athmung des Kaninchens das Zwerchfell der einzige Muskel ist, welcher sich bei der Inspiration zusammenzieht. Dagegen kommen in dyspnoëtischen Zuständen je nach dem Grade der Dyspnoe der Reihe nach in Action: die Intercostales externi und Intercartilaginei, die Scaleni, der Serratus posticus.

Anders bei Thieren mit sogenannter Costalrespiration. Hier wirken jene Muskeln, mit Ausnahme des Serratus posticus schon bei der normalen Athmung mit.

Reizt man nun bei einem normal athmenden Kaninchen den Vagus, so geräth zwar das Zwerchfell in Tetanus, es gelingt aber nicht, irgend einen der oben genannten Muskeln in Zusammenziehung zu versetzen.

Macht man dagegen denselben Versuch bei einem Hunde oder einer Katze, so gerathen alle die Inspirationsmuskeln in stetige Zusammenziehung, welche schon vorher rhythmisch sich zusammenzogen.

Dasselbe ist der Fall, wenn man den Vagus eines Kaninchens reizt, welches in Folge dyspnoëtischer Einflüsse verstärkte Athmung zeigt. Man kann dies am besten sehen, wenn man beide Pleurahöhlen öffnet und künstliche Athmung einleitet. Indem man durch Regelung der Luftzufuhr einen beliebigen Grad von Dyspnoe erzeugt, kann man eine grössere oder geringere Zahl von Muskeln durch Vagusreizung in stetige Contraction gerathen sehen.

Die Stärke dieser tetanischen Zusammenziehung und die Zeit, während welcher sie anhalten kann, ist dabei stets um so grösser, je energischer die rhythmischen Zusammenziehungen waren, welche schon vorher bestanden haben.

Steigert man bei diesen Versuchen mit künstlicher Athmung die Luftzufuhr immer mehr, so werden die Athembewegungen immer schwächer und hören zuletzt ganz auf. Ist dieser Punkt erreicht, so kann man durch Vagusreizung auch im Zwerchfell keine Spur von Zusammenziehung hervorrufen.

Durchschneidet man beide Vagi, so werden die Athembewegungen seltener und zugleich stärker. Es gerathen dabei

Muskeln in Thätigkeit, welche vorher an der Athmung sich nicht betheiligten. Reizt man dann einen oder beide Vagi, so erschlaffen zunächst die Muskeln, welche vor der Durchschneidung unthätig waren, und bei genügend starker Reizung gerathen die anderen in stetige Zusammenziehung.

Die Verstärkung jedes einzelnen Athemzuges nach der Vagusdurchschneidung beträgt genau so viel, dass der Effect der Athmung, gemessen durch die in einer gewissen Zeit aufgenommene Luftmenge, die Athmungsgrösse, trotz der geringeren Zahl der Athmungen ungeändert bleibt. Die stetige Einwirkung, welche die Vagi im normalen Thier auf die Medulla oblongata ausüben, führt also nicht zu einer gesteigerten Thätigkeit des Centralorgans der Athembewegungen, sondern nur zu einer anderweitigen Vertheilung derselben, so dass in einer gegebenen Zeit zwar eine grössere Zahl, aber desto schwächere Athembewegungen erfolgen.

Alle bisher bekannten Thatsachen sprechen dafür, dass die Thätigkeit des respiratorischen Centralorganes angeregt werde durch den Reiz des Blutes, dessen reizende Eigenschaft um so grösser wird, je weniger Sauerstoff es enthält. Die vorstehend mitgetheilten Thatsachen beweisen nun, dass der Grad der Thätigkeit durch Vagusreizung nicht geändert wird, sondern dass nur der Uebergang der Erregung der Medulla oblongata auf die inspiratorischen Nerven und Muskeln erleichtert werde. In Folge dessen gerathen diese in häufigere, oder bei genügender Stärke der Reizung in stetige Zusammenziehung.

Gerade entgegengesetzt ist das Verhalten des Vagus zu den Expirationsmuskeln. Diese betheiligen sich sehr wenig an den Athembewegungen. Nur bei Kaninchen zieht sich der M. obliquus abdominis externus bei der normalen Exspiration zusammen, wie Traube nachgewiesen hat. Dagegen kommen bei allen Thieren in dyspnoëtischen Zuständen active Exspirationen vor.

Welche Muskeln aber auch bei der Ausathmung sich zusammenziehen mögen, ihre Thätigkeit wird verringert durch Vagusreizung und hört bei genügender Stärke der Reizung ganz auf.

Der Laryngeus superior hat in jeder Beziehung den entgegengesetzten Einfluss, als der Vagus. Seine Erregung verringert die Anzahl der Athmungen, wobei jede einzelne stärker wird. Bei genügender Stärke der Reizung wird die Athmung zeitweise ganz unterbrochen. Bei noch stärkerer Reizung endlich können stetige Contractionen exspiratorischer Muskeln eintreten, bei völliger Erschlaffung aller Inspiratoren.

Diesen ganzen Complex von Erscheinungen habe ich zusammenzufassen versucht unter einer gemeinsamen Vorstellung, welche zugleich das bisher noch ungelöste Problem, die Rhythmik der Athembewegungen zu erklären, der Auflösung näher rückt.

Meine Hypothese ist, kurz gesagt, die, dass die Ganglien des sogenannten noeud vital stetig durch das Blut gereizt werden, dass diese stetige Reizung aber in eine rhythmische Thätigkeit umgesetzt wird durch einen Widerstand, welcher nur durchbrochen werden kann, sobald die Reizung sich zu einem gewissen Grade angesammelt hat. Dieser Widerstand wird verringert durch Einwirkung der Vagi, vermehrt durch Einwirkung der Laryngei superiores.

Diese Hypothese im Einzelnen auszuführen, ihre Uebereinstimmung mit den Erscheinungen der Vagus- und Laryngeuswirkung und der dyspnoëtischen Zustände nachzuweisen, muss ich mir an diesem Orte versagen. Ich verweise dieserhalb auf meine Schrift und ebenso in Bezug auf das, was ich über das Verhalten der Stimmbänder, des Kehlkopfes und der Nasenlöcher bei Reizung des Vagus und des Laryngeus ermittelt habe.

Berlin, im Februar 1862.

Ueber die embryologische Grundlage der Zellenlehre.

Von

Prof. Rob. Remak in Berlin.

Seitdem ich meine „Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere" (1851—55) abgeschlossen habe und zu anderen Arbeiten übergegangen bin, welche meine beste Zeit und Kraft in Anspruch nehmen, versäume ich nicht, den Bewegungen im Gebiete der histologischen Litteratur zu folgen. Und wenngleich ich häufig bemerke, dass meine Arbeiten entweder gar nicht oder doch nicht in einer mir zusagenden Weise von den Autoren benutzt und erwähnt werden, so finde ich mich doch nicht immer veranlasst, in eine Polemik darüber einzutreten. Ich muss aber eine Ausnahme machen zu Gunsten eines zu Anfang des vorigen Jahres in diesem Archiv erschienenen Aufsatzes des Prof. Max Schultze in Bonn „über Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe", weil dieser Aufsatz offenbar mit dem Anspruche auftritt, die gesammten zum Theil von mir geschaffenen Grundlagen der herrschenden Zellenlehre zu erschüttern, und weil ich glaube, durch diese antikritischen Bemerkungen die Wissenschaft, welcher ich früher so viele Zeit gewidmet, vor einigen Missverständnissen und Irrwegen behüten zu können.

Schultze macht sich zur Aufgabe, dem Streit über die sog. „Muskelkörperchen", über ihre Existenz und ihre Zellennatur ein Ende zu machen. Anstatt nun anzugeben, was denn ein Muskelkörperchen sei oder sein soll, von wem dessen Existenz behauptet und wie sie bewiesen sei, schreitet Schultze sofort dazu, die Entwickelungsgeschichte der Muskelfasern zu verfolgen, um das Wesen der sog. „Muskelkörperchen" auf gene-

tischem Wege begreiflich zu machen und dann deren Zellennatur darzulegen.

Obgleich es gar nicht meine Aufgabe und meine Absicht ist, den Glauben an die Existenz von besonderen Muskelkörperchen zu erschüttern, so will ich doch den Leser nicht darüber in Zweifel lassen, dass nach meiner Meinung die sogen. „Muskelkörperchen", das Ergebniss einer Reihe verschiedenartiger unklarer Beobachtungen sind. Auf Querschnitten erhärteter Muskelfasern z. B. des Frosches sieht man nämlich zuweilen sternförmige anastomosirende Figuren, welche an die bekannten „Bindegewebskörperchen" erinnern. Die Erscheinung hat aber offenbar gar nichts mit Zellen- oder Kernbildungen zu thun, sondern ist dadurch bedingt, dass der contractile Muskelcylinder in Fibrillen zerfällt, an deren Begrenzungen in Folge irgend einer chemischen oder physikalischen cadaverösen Differenzirung Massen von verschiedener lichtbrechender Eigenschaft mit einer gewissen Regelmässigkeit, gleichwie ein System von zusammenhängenden Scheidewänden oder Mänteln der durchsichtigen Fibrillen auftreten. — Andererseits sieht man zuweilen von den Längsenden der bekannten zwischen Muskelcylinder und Sarkolemma liegenden Kerne feine Körnchenreihen ausgehen, welche das Bild einer Spindelzelle vortäuschen. Und endlich sollen zuweilen wirklich auch in der Axe von Muskelcylindern Kerne vorkommen, von welchen sternförmige Figuren ausgehen. Für mich ist in dieser Hinsicht nur sicher, dass in den Purkinje'schen Muskelfasern des Endocardiums der Herzkammern bei Schaafen und Rindern Gebilde vorkommen, welche hierher zu zählen wären und vielleicht dazu gedient haben, die Verwirrung noch zu vergrössern Die Purkinje'schen Fasern sind gleich den übrigen Muskelfasern des Herzens quergestreift und mit einander anastomosirend, allein die Kerne liegen nicht zwischen dem Cylinder und dem Sarkolemma an der Oberfläche, sondern im Innern von gallertigen grossen Kugeln, welche die Continuität des Cylinders von Stelle zu Stelle unterbrechen, im Uebrigen mit dem Sarkolemma in Berührung oder Verbindung stehen. (Diese Einrichtung hat offenbar den Zweck, die Leistungsfähigkeit der

Muskelfasern des sehr festen und elastischen Endocardiums so weit herabzusetzen, als nöthig ist, um eine vollständige Entleerung der Herzkammern verhindern zu helfen, welche nämlich bei den genannten Thieren nicht einzutreten scheint, soweit sich aus dem Klaffen des Querschnittes des Herzens nach dem Tode schliessen lässt.)

So würde der Unterscheidung von Muskelkörperchen jedwede Grundlage fehlen, wenn nicht Prof. Weber in Bonn die, bisher noch nicht weiter verfolgte Beobachtung veröffentlicht hätte, laut welcher in gewissen Krankheiten der Muskeln die den Kern umgebende körnige Masse sich nicht bloss vermehren und mit einer Membran begrenzen, sondern auch aus ihrem Innern zellige Gebilde, wie Eiterzellen, hervorgehen lassen, kurz Erscheinungen zeigen sollte, welche bisher blos von Zellen bekannt und anerkannt sind.

So interessant es auch wäre, über die Richtigkeit der Weber'schen Angaben ins Reine zu kommen[1]), so sieht man doch ein, dass es sich hier jedenfalls um pathologische Entwickelungen handelt, von denen ich schon in meinem Aufsatze „über endogene Entstehung von Eiter- und Schleimzellen" (Virchow's Archiv, Bd. XX. 1860) gezeigt habe, dass sie in Bezug auf Zellenbildung eigenthümliche Abweichungen von den bisher für die normale Zellenbildung in Geweben geltenden und bekannten Normen darbieten. Im besten Falle würde ein neues pathologisches Beispiel von „Zellenbildung um Inhaltsportionen" vorliegen, von welcher Buhl und ich bereits Belege beigebracht haben.

Der Leser würde irren, wenn er glaubte, dass ich durch diese Abschweifung mich von der Sache entferne. Ein jeder Sach- und Litteraturkundige wird sich vielmehr bei einer Analyse des Schultze'schen Aufsatzes bald überzeugen, dass es ihm hauptsächlich darum zu thun war, zur Erklärung der Weber'schen Beobachtung, welche ganz am Schlusse (S. 22) nur

1) Es scheint mir nämlich noch nicht der Verdacht ausgeschlossen, dass eine Verwechselung mit den das Sarkolemma umgebenden feinen Bindegewebsfäden und deren pathologischer Veränderung vorliege.

nebenher (ohne Nennung des Namens) erwähnt wird, ein die normalen und pathologischen Verhältnisse umfassendes Gesetz aufzustellen und dass er diesem Versuche eine ganz andere Richtung gegeben hätte, wenn ihm bekannt gewesen wäre, dass die Erfahrungen über die endogene Zellenbildung bereits das Nöthige in dieser Hinsicht leisten, ohne dass man Veranlassung hätte, die Grundpfeiler der Histologie um deswillen zu berühren.

Kehren wir nunmehr zu Schultze's Auseinandersetzung über die Entwickelung der Muskelfasern zurück. Zwar wird die von mir im Jahre 1845 zuerst gemachte und in meinen embryologischen Untersuchungen (1851—55) durch Abbildungen erläuterte Entstehung der quergestreiften Muskelfasern durch Verlängerung einfacher Zellen bei steter Theilung der Kerne bestätigt, allein mit Zusätzen, gegen welche ich Verwahrung einlegen muss. Es wird nämlich behauptet, dass in dem Protoplasma der Zellen, „dem schon vorher Contractilität zukam", sich „die Disdiaklasten und ihre Gruppen, die sarcous elements differenziren als das Licht stark und doppelt brechende Körperchen und sich in der Längsrichtung zu stäbchenförmigen Fibrillen gruppiren", welche „durch einen auch beim Erwachsenen nachweisbaren Rest des unveränderten Protoplasma mit einander verkittet bleiben." Zunächst bestreite ich, dass das Protoplasma vor der ersten an dem Thiere z. B. der Froschlarve sichtbaren Bewegung eine Spur von Contractilität besitzt, man müsste denn in den schon gegen Ecker von mir bei der Naturforscher-Versammlung in Gotha (1853) gerügten Irrthum verfallen, die endosmotischen Erscheinungen der Muskelzellen dafür zu nehmen. Ferner giebt es anfänglich keine Spur von Fibrillen und noch viel weniger zwischen ihnen einen Rest von Protoplasma, sondern es verhält sich so, wie ich zuletzt in dem, so eben erschienenen Aufsatz „über den Bau und die Zusammenziehung der Muskelfasern" (in den Monatsberichten der Wiener Akademie) gesagt habe, dass nämlich neben und auf Kosten des körnigen Protoplasma eine homogene zusammenhängende weiche Masse entsteht, welche durch die erste Bewegung des Thiers ein System von feinen

Querfurchen der Oberfläche erhält. Von den Körnchen des Protoplasma bleibt bei Wirbelthieren, nach Ausbildung des Muskelcylinders innerhalb des Sarkolemma, keine Spur übrig. Die fetthaltigen Körnchenreihen, welche man bei erwachsenen Thieren zwischen den sog. Fibrillen[1]) antrifft, am häufigsten in den trägen Muskeln fetter Karpfen und fetter Schweine, sind späteren pathologischen Ursprungs und die erste Andeutung eines pathologischen Zustandes, welchen man beim Menschen als fettige Entartung der Muskelfasern beobachtet hat. Solche körnige Ablagerungen treten am deutlichsten in der Nähe der Kerne, namentlich an ihren Längsenden auf und so entsteht das Ansehen einer Spindel, dem man ohne alle Nöthigung den besonderen Namen von „Muskelkörperchen" gegeben hat. Anstatt dies anzuerkennen und die Erscheinung als unwesentlich und unwichtig zu bezeichnen, wie sie es verdient, wirft Schultze die Frage auf, ob die sog. Muskelkörperchen auf den Namen von „Zellen" Anspruch machen können.

Zu diesem Zwecke betrachtet Schultze die Urtypen der Zellen, nämlich die Embryonalzellen und findet, dass dieselben aus einem zähflüssigen, mit Körnchen dicht erfüllten Protoplasma und aus einem Kern bestehen. Die äusserste Schicht soll „öfter nur" aus der homogenen Grundmasse bestehen, aber „eine vom Protoplasma chemisch differente Membran besitzen diese Zellen nicht; sie sind hüllenlose Klümpchen Protoplasma mit Kern." — Dann heisst es, ich hätte mir „einst grosse Mühe gegeben, an den Furchungszellen des Frosches eine Membran zu demonstriren." Es sei mir auch durch Erhärtungsmittel gelungen, von den Furchungskugeln eine durchsichtige Schicht abzuheben, die ich für eine vom Protoplasma „chemisch differente" Membran gehalten habe. Er selbst habe bei *Petromyzon* „ähnliche membranöse Bildungen abheben zu können geglaubt", allein neuere Versuche haben ihm „die Beweiskraft dieser Methode sehr

1) Dass die Fibrillen selbst nur pathologische oder Leichenzustände darstellen, ist eine von mir schon im Jahre 1843 (in Müller's Archiv) geäusserte und zuletzt in dem genannten Aufsatze (in den Wiener Berichten) vertretene Ansicht.

zweifelhaft gemacht." Wäre eine „chemisch differente" Membran vorhanden, so müsste sie sich auch durch andere Mittel darstellen lassen. Die Ursache der Täuschung beruhe auf der Beschaffenheit des Protoplasma; in der hyalinen Grundsubstanz „fehlen die Körnchen in der äussersten Schicht" und wenn sie sich aufblähe, entstehe der Anschein einer Membran. So gewiss es sei, dass sich „zu irgend einer Zeit einmal" die äusserste Protoplasmaschicht zu einer chemisch differenten Membran umgestalten kann, so sicher scheine es ihm, dass während der Zeit, wo die Zellen noch als Ganzes sich durch Theilung vermehren, keine chemisch differente Membran da sei. Eine Zelle sei demnach „ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Innerem ein Kern liegt." — (Daher soll dann auch ein Muskelkörperchen, obgleich es im normalen Zustande gar keine Wand und nicht einmal eine sichere Begrenzung habe, nicht bloss existiren, sondern auch eine Zelle sein können.)

Was soll man auf solche Art von Anzweiflungen und Schlussfolgerungen erwidern? Ich erstaune nicht bloss über die Geringschätzung, mit welcher Schultze die von ihm selbst eine Zeitlang bestätigten Ergebnisse einer vieljährigen schwierigen Arbeit wieder bei Seite wirft, sondern darüber, dass gerade Schultze, auf welchen ich in diesem Gebiet so grosse Hoffnungen gesetzt, am grünen Tisch über Dinge aburtheilt, in denen nur die angestrengteste Untersuchung der Einzelheiten uns um einen Schritt vorwärts bringen kann und wo es ihm bei seinen histologischen und chemischen Kenntnissen durch den von mir herbeigeführten Stand der einschlägigen Fragen so leicht gemacht war, etwas Entscheidendes zu leisten. Wie aber die Dinge liegen, muss ich sagen, dass ich in der angeführten Auseinandersetzung auch nicht die Spur eines Zweifels oder einer Thatsache habe finden können, welche nicht in meiner Arbeit die eingehendste Berücksichtigung erfahren hätte. Um den vollen Beweis dieses Ausspruches zu führen, müsste ich ganze Abschnitte meines Buches hier abschreiben. Ich will nur für diejenigen, welchen dasselbe nicht bekannt oder nicht zur Hand sein sollte, eine Stelle heraus-

heben, welche Zeugniss abgeben wird von der Zurückhaltung, mit welcher ich selbst den Werth meiner Beobachtungen beurtheilt habe. Nachdem ich nämlich noch einmal die Bildung der Eizellenmembran an der Oberfläche des Zooplasma (dem Protoplasma der Eizelle) nach der Befruchtung, sowie ihre fortschreitende Mitwirkung an der Bildung der durch Theilung sich vermehrenden Furchungszellen beschrieben, heisst es (S. 173. 174) wörtlich also: „Wir haben gesehen (S. 136), dass die von Wasser aufgeblähte Zellenmembran bald blasig, bald als feste schwammige Substanz sich erhebt. Man kann diese Erscheinungen so deuten, dass die Membranen der inneren Zellen, ebensowenig wie die Eizellenmembran selbst, ihre volle Selbstständigkeit dem Protoplasma gegenüber besitzen, sondern im untrennbaren Zusammenhange sich befinden, mit einem die Keimkörper zusammenhaltenden lockeren Bindemittel von ähnlichen physikalischen Eigenschaften wie die Membran selbst. Darauf liessen sich die Anzweiflungen derer zurückführen, welche den Furchungszellen Membranen überhaupt absprechen und bloss ein „Sarkode"-ähnliches Bindemittel des Protoplasma anerkennen. Allen diesen Bedenken stellt sich die Thatsache entgegen, dass die verschiedensten während des Lebens plötzlich einwirkenden Mittel (Vitriolmischung, Sublimat, Schwefelsäure, Chromsäure, Alkohol) die glatte dünne Umhüllung sämmtlicher Zellen in Gestalt ablösbarer Membranen zum Erstarren bringen und dass manche Erscheinungen (S. 135 §. 15) sogar auf das Vorhandensein einer besonderen Umhüllung oder Verkittung des Protoplasma hindeuten, welche dem letzteren eine scharfe Begrenzung noch sichert, wenn die aufgeblähte Zellenmembran ausser Stande gesetzt wird, dieselbe zu erhalten. Dennoch kann es in Frage kommen, ob jemals und in welcher Ausdehnung bei den thierischen Zellen ein so scharfer Gegensatz zwischen Membran und Inhalt sich herausbildet, wie er bei den Pflanzen bekannt ist, ob nicht diese Sonderung vielmehr beschränkt ist auf die Fälle, in welchen, gleichwie bei den Pflanzen, es darauf ankommt, der Zelle festeren Schutz zu gewähren oder den Durchtritt von Nahrungsstoffen durch festere Scheidewände zu regeln.

Keinenfalls kann davon die Rede sein, auf Grund der vorliegenden Beobachtungen allgemeine Kriterien sämmtlicher thierischer Zellenmembranen zu entwerfen. Je genauer wir die gewonnenen Ergebnisse in ihre Elemente zerlegen, um so höher steigern sich unsere Anforderungen an die Feststellung des Verhaltens der Membranen bei denjenigen Zellentheilungen, aus welchen die Gewebe selbst hervorgehen. So lange wir für die Membranen der embryonischen Zellen bloss chemische Darstellungsmittel, aber keine Unterscheidungsmittel besitzen, welche an Klarheit und Sicherheit den für die Pflanzenzellenmembran bekannten gleichkommen, wird diese schwierige Aufgabe kaum mit Erfolg in Angriff zu nehmen und wir werden bei Unterscheidung von Zellenmembranen, Verdickungsschichten und Intercellularsubstanz auf die so trüglichen und unzuverlässigen Erscheinungen beschränkt sein, welche durch die wechselnden Aggregatzustände dieser Gebilde bedingt werden."

Dem Leser dürfte nunmehr schon einleuchten, dass Schultze Nichts gethan, als alte unerwiesene und durch Thatsachen zum Theil zurückgewiesene Zweifel mit grösserer Kühnheit als bewiesen wieder aufzustellen, zu dem Zwecke um für eine pathologische Erscheinung, welche jedenfalls, sobald sie ausser Zweifel steht, eine andere Erledigung finden würde, eine hypothetische Erklärung zu suchen.

Wenn nun aber wirklich zwischen Membran und Protoplasma gar kein chemischer Gegensatz sich finden sollte (was noch zu beweisen oder zu widerlegen bleibt), wie würde es sich alsdann mit Schultze's Behauptung verhalten, dass eine Zelle nichts sein soll als ein „Klümpchen Protoplasma mit einem Kern?"

Hier ist zunächst die Geschichte der Zellentheorie ins Auge zu fassen. Nach Schwann sollten die Embryonalzellen im Keime nach Art der Krystalle und zwar zuerst der Kern entstehen, um welchen sich alsdann das Protoplasma mit der Membran umlagern sollte und in derselben Weise neue Zellen theils ausserhalb, theils innerhalb von Zellen, im letzteren Falle sollten sie durch Entschachtelung frei werden.

Nachdem ich schon im Jahre 1841 die Theilung der Blut-

zellen und im Jahre 1845 die Längstheilung der Muskelfaserzellen beobachtet hatte, gelang es mir im Jahre 1852, von der Mehrzahl aller bekannten Zellen den Nachweis zu liefern, dass sie sich auf fortschreitende Theilung der ersten Furchungszellen zurückführen lassen.

Nunmehr entstand aber die Frage, wie diese Theilung zu Stande kommt, etwa dadurch, dass das Protoplasma an irgend einer Stelle sich lockert und auseinander weicht, oder nach Art der Pflanzenzellen durch Einschnürung der Zellen von aussen her und Bildung von Scheidewänden, welche sich als Fortsetzungen der Zellenhüllen erweisen.

Erst im Jahre 1854 gelang es mir, beim Frosch durch Anwendung von Erhärtungsmitteln den Nachweis zu führen, dass das Letztere der Fall ist, dass nämlich bei der Furchung die festere Zellenhülle sich einschnürt, von aussen her feste Scheidewände in das Protoplasma hineinsendet und auf diese Weise die Theilung sich vollzieht, dass daher die neuen Zellen schon vollständig mit einer festen Hülle bekleidet, aus der Theilung hervorgehen.

Die Zellenmembranen würden demnach selbst für den Fall, dass sie mit dem Protoplasma immer untrennbar zusammenhängen oder chemisch mit demselben übereinstimmen sollten, nicht etwa bloss ein historisches Interesse darbieten (insofern sie der Zellentheorie erst zu einer sicheren und greifbaren Grundlage verholfen haben), sondern sie würden jedenfalls zu den wesentlichen Attributen der Embryonalzellen insofern gehören, als sie uns die Anschauung gewähren, dass sämmtliche Zellenoberflächen Fortsetzungen der Eizellenoberfläche darstellen. Mit anderen Worten: Zu dem Begriff der ein Gewebe liefernden Embryonalzelle gehört, soweit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, die Entstehung nach dem oben angegebenen Gesetze der Theilung und nicht jedes beliebige mit einem Kern versehene Klümpchen Protoplasma kann als Zelle gelten.

Die nächste Frage ist, ob sämmtliche zellenähnliche Gebilde des thierischen Körpers auf die angegebene Weise entstehen. Für die normalen Gewebe ist bisher keine sichere Ausnahme bekannt. Aber unter pathologischen Verhältnissen ist die Entstehung von Zellen innerhalb von Zellen, auf endo-

genem Wege, nach den Beobachtungen von Hiss, Buhl, Weber und mir unzweifelhaft. Da nun diese endogene Zellenbildung ohne Betheiligung des Kerns der Mutterzelle zu Stande kommt, so ist sogar der Fall denkbar, dass auch im Verlaufe faseriger Gebilde, welche bekanntlich Erzeugnisse und Ausläufer von Zellen sind, unter Umständen auch zellenähnliche Gebilde entstehen können. Ja es wäre möglich und bleibt zu verfolgen, ob dieser Fall nicht vielleicht auch in manchen normalen Geweben eintritt. Ich erinnere daran, dass ich in meinen Aufsätzen über Zellenbildung (in Müller's Archiv 1852) vor Allem die secundären Gefässausläufer und die Cutis beim Frosch als die Gewebe bezeichnet habe, wo es mir nicht gelingen wollte, die zum Vorschein kommenden Kerne auf eine Theilung der embryonalen Kerne zurückzuführen, ebenso wie es bisher noch nicht möglich war, die im ausgebildeten Bindegewebe liegenden sternförmigen Zellen (die Virchow'schen Bindegewebskörperchen) bis zu embryonalen Zellenbildungen zurück zu verfolgen. Es wäre eine der interessantesten Entdeckungen, wenn es gelänge nachzuweisen, dass nicht bloss in krankhaften Zuständen, welche die Zerstörung der normalen Gewebe herbei führen, sondern auch bei der normalen Entwickelung oder beim Wiederersatz zerstörter Gewebe neben der Zellentheilung auch endogene Zellen- und Kernbildung innerhalb von Zellen oder in Aequivalenten von Zellen vorkommt. Hier ist für strebsame Kräfte ein weites dankbares Feld der Arbeit offen.[1])

---

1) Ich möchte nur darauf hinweisen, dass die Bildung der Eizelle oder ersten Embryonalzelle offenbar in die Reihe der endogenen Zellenbildung gehört, insofern die Dotterhaut sich nicht daran betheiligt. Noch deutlicher zeigt sich Zellenbildung um eine Inhaltsportion bei den meroblastischen Thieren, bei welchen nicht der ganze Dotter, sondern bloss ein Theil desselben den Keim bildet. Ebenso ist vielleicht die Bildung der Spermatozoen, wo sie nämlich, aus vereinzelten zellenähnlichen Körpern innerhalb der Mutterzelle entstehen, hierher zu rechnen. In allen diesen Beziehungen bestätigt sich bis zur Stunde Pringsheim's Ansicht, welche ich in meinem Aufsatze über endogene Zellenbildung (in Virchow's Archiv) erwähnt habe, laut welcher diejenigen Zellen auf endogenem Wege entstehen, die zum Ausschlüpfen bestimmt sind.

Es würde mich zu weit führen, nach dieser Auseinandersetzung auch auf Brücke's, an Schultze's Aufsatz anknüpfende Abhandlung über „Elementarorganismen" (in den Berichten der Wiener Akademie vom October 1861) ausführlich einzugehen, zumal ich z. B. aus dem Abschnitte über die Kerne und die Intercellularsubstanz zu meinem Bedauern entnehme, dass Brücke mein Buch niemals ernstlich gelesen hat. Ich erlaube mir nur zu bemerken, dass ich es für bedenklich halte, die Zellen als „Organismen" zu bezeichnen, da dieser Name wohl für solche organische Wesen bewahrt bleiben sollte, welchen eine grössere Selbstständigkeit zukommt, als von den thierischen Zellen erwiesen ist. Für mich sind die Zellen nicht Elementarorganismen, sondern organisirte Elemente, in welche der Keim zunächst sich gliedert und welche demnächst verschiedene Organisationen annehmen, wobei sie entweder die niedere (pflanzliche) Stufe der Zellenform bewahren oder durch Ausläufer und Parietalsubstanzen höhere (animalische) Organisationen (Nervenfasern, Muskelfasern, elastische Fasern, Bindegewebe) darstellen. Der Zeit nach sind die Zellen das Primäre und die Fasergebilde das Secundäre. Dem physiologischen Werthe nach findet beinahe das Umgekehrte statt, wenn wir von den Ganglienzellen absehen, deren Zurückführung auf Embryonalzellen zwar mittelbar aus meinen Beobachtungen über die Spinalganglien der Froschlarven sich ergiebt, aber doch noch des directen Beweises ermangelt. Den Ausläufern und Wandbildungen der Zellen alle Selbstständigkeit abzusprechen, wäre gewiss Uebertreibung. Kölliker hat so eben gezeigt (Entwickelung des Bindegewebes, Würzburg 1861), dass elastische Fasern wirklich aus Parietalsubstanz sich entwickeln und ich selbst muss hervorheben, dass die schönen Einkapselungen, die wir z. B. an den Rippenknorpeln bewundern, bei jungen Thieren in der scheinbar homogenen Parietalsubstanz gar nicht beobachtet werden. Alles dies drängt vielmehr dazu, die Hegemonie der Zellen herabzudrücken, als zu befestigen, sowie das Augenmerk auf die nicht geformten Bestandtheile des Körpers zu lenken, unter denen namentlich der Liquor sanguinis wohl kaum ein bloss von

Zellen abhängiges chemisches Leben führen dürfte. Kurz es wäre Zeit, zu einer durch die Zellenlehre geläuterten Humoralphysiologie zurückzukehren. — Wenn andererseits das Ankämpfen gegen die Zellenmembranen wirklich dazu führen sollte, feinere Structuren des Protoplasma und der Parietalsubstanz in den verschiedenen Geweben aufzudecken, so wäre dies ein erfreulicher Gewinn. Die Nervenfasern wären wohl zuerst zu berücksichtigen. Ich erinnere daran, dass ich schon im Jahre 1837 (Observat. anat. 1838) an dem Axencylinder, später (1852 in den Berichten der Wiesbadener Naturforscher-Versammlung und 1853 in den Berichten der Berliner Akad. der Wiss.) auch an den Ganglienzellen einen complicirten faserigen Bau bemerkt habe, welcher verfolgt zu werden verdient.

Ueber positive Schwankung des Nervenstromes beim Tetanisiren mit dem Magnetelektromotor.

Von

JOHANNES RANKE,
Dr. med. aus München.

Herr Moleschott gelangte durch eine Reihe von Beobachtungen. die er in seiner Zeitschrift, Jahrg. 1861, Bd. VIII, Heft I, S. 1—35, mittheilt, zu dem Schlusse, dass der Bewegung vermittelnde Vorgang im Nerven auch von einer positiven Schwankung des Nervenstromes begleitet sein könne.

Er bemerkte einen Zusammenhang der positiven Schwankung mit vorausgegangenem Elektrotonus, wobei es gleichwerthig schien, in welche Phase der Nerv versetzt worden sei. Doch wurde eine positive Schwankung nur dann beobachtet, wenn der Zuwachs der eingeleiteten Phase ein gehörig starker war.

Da es gelang, auch am frischen, noch nicht der Einwirkung eines constanten Stromes ausgesetzt gewesenen Nerven, positive Schwankung wahrzunehmen, so musste, um die Hypothese der ursächlichen Beziehung zwischen positiver Schwankung und vorausgegangenem Elektrotonus aufrecht zu erhalten, die Annahme gemacht werden: dass der vergängliche Elektrotonus, wie er durch Wechselströme hervorgerufen wird, ebenfalls „die ursächliche Bedingung der durch Inductionsreizung zu erzeugenden positiven Schwankung abgeben könne.“

Wie sich Herr Moleschott diese ursächliche Beziehung zwischen positiver Schwankung und vorausgegangenem Elektrotonus vorstelle, giebt er nicht direct an. Nur soviel steht fest, dass er dieselbe nicht in einer etwaigen Schwächung der elektrischen Lebenseigenschaften des Nerven durch Einwirkung des constanten Stromes sucht.

Nachdem er den vorausgegangenen Elektrotonus als ursächliche Bedingung der folgenden positiven Schwankung nachgewiesen zu haben glaubt, fährt er fort S. 35.

> „Das Einleiten der positiven Schwankung ist ein Merkmal, dass der Nerv der Stufe des unversehrten Lebens noch verhältnissmässig nahe stehe. Nerven, die im Absterben einen gewissen Fortschritt gemacht haben, liefern keine positive Schwankung mehr zu einer Zeit, in welcher noch eine gute negative Schwankung von ihnen gewonnen werden kann.“

E. du Bois-Reymond hat in Betreff der vorliegenden Frage schon eine Entgegnung folgen lassen — Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv, Jahrg. 1861, S. 786, — in welcher er vor Allem auf die möglichen Fehlerquellen, denen ein nicht vollkommen sorgfältiger Beobachter bei derartigen Untersuchungen unterliegen könne, hinweist, mit der gerechten Bemerkung, dass man vergeblich in den von Herrn Moleschott mitgetheilten Beobachtungsreihen Andeutungen über Vermeidung derselben suche.

Du Bois-Reymond verweist in der angeführten Entgegnung im Gegensatze zu der von Moleschott gemachten Angabe, dass er die Erscheinung einer scheinbaren positiven

Schwankung des Nervenstromes bei Reizungsversuchen mit Wechselströmen nirgends beschrieben gefunden habe, auf einige Stellen seines Werkes.

Band II, Abthl. I, S. 470 ff. finden sich Beobachtungen von scheinbarer positiver Schwankung des Nervenstromes an wenig erregbaren Nerven bei Anwendung des Poggendorff'schen Inversors. S. 416 a. a. O. werden derartige Beobachtungen bei Anwendung des Magnetelektromotors erwähnt. An den angeführten Stellen findet sich jedoch zugleich die Zurückführung dieser Erscheinung auf das normale Uebergewicht der positiven über die negative Phase des Elektrotonus, welche bei Anwendung des Inversors direct, bei Benutzung des Magnetelektromotors indirect durch die Vermittelung der ungleichen Stärke und Dauer der Oeffnungs- und Schliessungs-Inductionsströme sich als eine scheinbare positive Stromschwankung geltend machen könne (S. 458).

Obgleich demnach die Bedeutung der positiven von Moleschott beobachteten Schwankungen für den Bewegung vermittelnden Vorgang sehr unwahrscheinlich war, forderte mich doch Herr Professor E. du Bois-Reymond auf, die in Frage stehenden Beobachtungen Herrn Moleschott's noch einer eingehenderen Prüfung zu unterwerfen, deren Resultate ich in Folgendem mittheilen werde.

Es erscheint vor Allem nöthig, die zu den Versuchen angewendeten Vorrichtungen und Apparate näher zu beschreiben.

Die Ableitungsvorrichtung für den Nervenstrom war die jetzt bei elektrischen Versuchen gebräuchliche. An Stelle der Eiweisshäutchen wendete ich die von du Bois neuerdings eingeführten Thonblättchen an. Zur Anbringung der erregenden Ströme dienten die von dem obengenannten Forscher ebenfalls neu angegebenen unpolarisirbaren Thonelektroden.

Der angewendete du Bois'sche Magnetelektromotor von 5826 Windungen der sec. Rolle wurde durch einen Daniell in Gang gesetzt.

Um die durch die negative Schwankung des Nervenstromes erzeugte Nadelablenkung möglichst unter einander vergleichbar

zu machen, wurde der ruhende Nervenstrom mit Hülfe eines Rheochordes compensirt und die Nadel auf 0° gehalten, wie dies du Bois neuerdings bei seinen Untersuchungen zu thun pflegt. Die Länge des als Nebenschliessung einzuschaltenden Kupferdrathes ist dann unter gewissen Bedingungen der elektromotorischen Kraft des Nerven proportional.

Um abwechselnd mit Inductionsströmen reizen und mit dem constanten Strome Elektrotonus hervorrufen zu können, dienten 5 Daniells, deren Strom sich in zwei Zweige spaltete. Der eine enthielt den Nerven und zugleich die secundäre Rolle des Magnetelektromotors, der zweite einen Siemens'schen Rheostaten nach Meilen Telegraphendrath getheilt, mit dessen Hülfe der den Nerven elektrotonisirende Strom beliebig abgestuft werden konnte. Zwei passend angebrachte Schlüssel erlaubten binnen kurzer Zeit abwechselnd die Inductionsströme und den constanten Strom durch dieselbe Nervenstrecke zu senden.

Auch zur Beobachtung des Elektrotonus wurde der Nervenstrom compensirt.

Um sowohl dem constanten Strom als den Inductionsströmen beliebige Richtung ertheilen zu können, waren Wippen — Pohl'sche Stromwender — eingeschaltet.

Die ableitende Vorrichtung stand mit dem beobachteten Nerven — Ischiadicus der *Rana esculenta* — in einer feuchten Kammer. Die Zuleitungsdräthe wurden bei ihrem Durchtritt durch das Holz mittelst Glas, aussen durch Kautschuk isolirt. Es wurde noch ausserdem grosse Sorgfalt darauf verwendet, sie, ohne dass sie sich unter einander oder den Boden berührten, stets durch Luft zu führen.

Es wurden ausgedehnte Versuchsreihen angestellt, um zu bestimmen, unter welchen Bedingungen von Stromschleifen und etwaigen anderen, möglicherweise Täuschungen herbeiführenden, von dem Nervenstrome und seinen Veränderungen unabhängigen Einflüssen auf die Stellung der Magnetnadel Nichts zu fürchten sei.

Die Beobachtungen wurden sowohl an mit Eiweiss getränkten Fäden als an Nerven angestellt, welche zwischen abgeleiteter und erregter Strecke durchschnitten, mit den Querschnitten

wieder zusammengelegt waren. Es stellte sich als Resultat heraus, dass erst dann unter den obwaltenden Verhältnissen, selbst bei sorgfältigster Isolation, Einwirkungen von Stromschleifen auf die Nadel vollkommen ausgeschlossen seien, wenn der Rollenabstand wenigstens 100 M. M. betrug. Bei allen folgenden Versuchen wurde, wenn nicht ausdrücklich eine andere Stellung angegeben ist, stets dieser Rollenabstand in Anwendung gezogen.

Auch bei den Beobachtungen über die Elektrotonusphasen wurden auf analoge Weise mit Durchschneidung der untersuchten Nerven die Beobachtungsresultate controllirt. Wurden die Nerven in der oben angegebenen Weise durchschnitten, so blieb die Magnetnadel, wenn der constante Strom in der alten Weise einwirkte, fast absolut in Ruhe. Die Ausschläge der Nadel waren ziemlich gleich und betrugen nach beiden Seiten nie mehr als 2°.

Auf die sorgfältigste Isolation der in die feuchte Kammer führenden Drähte im Holze durch Glas, ausserhalb durch Kautschuck muss ich ein grosses Gewicht legen. Folgende Beobachtung empfiehlt die grösste Sorgfalt.

Legt man einen mit Eiweiss getränkten Faden so auf die Bäusche und Elektroden, wie einen zu tetanisirenden Nerven, so erfolgt eine sehr schwache, + 2° betragende Nadelablenkung, durch die Ungleichartigkeiten im Faden selbst bedingt, wenn die Drähte gut durch Glas und Kautschuck isolirt sind. Leitet man die Drähte direct durch die feuchte Kammer, so dass sie den Boden berühren, so erfolgt nach und nach ein fortschreitender Nadelausschlag im Sinne des regelmässigen Nervenstromes, welcher endlich die Nadel an die Hemmung führt. Der Strom verschwindet sogleich, wenn wieder Isolation der Drähte durch Glas stattfindet.

Ich erinnere bei dieser Gelegenheit an das von E. du Bois-Reymond beschriebene analoge Phänomen der geheimen Nebenschliessungen (Band II, Abthl. I, S. 496 ff.) welches diesem entspricht, nur dass in meinem Falle die Quelle der elektromotorischen Kraft in den Ungleichartigkeiten der Leitungsdrähte zu suchen ist.

Um meine angewendete Vorsicht zu rechtfertigen und um deutlich zu machen, in welcher Weise durch Stromschleifen eine positive Schwankung des Nervenstromes vorgetäuscht werden könne, möge beispielsweise folgende Beobachtungsreihe dienen.

Tabelle I.

Ruhender Nervenstrom. const. Abl.	Elektromotorische Kraft. M. M.	Schwankung des Nervenstromes.	Rollenabstand. M. M.
68°	+ 233	— 6°	100
	218	— 7°	80
	205	— 6°	80
	200	— 8°	60
	185	— 10°	40
	171	— 13°	20
	—	— 14°	0
Nerv durchschnitten:	0	+ 4°	—
	— 15°	+ 4°	—
		+ 3°	—
		+ 3°	—

Nachdem durch starke Wechselströme die elektromotorische Kraft des Nerven vollständig vernichtet war, sah man eine scheinbare positive Schwankung beim Tetanisiren auftreten. Eine Durchschneidung des Nerven — wonach der Nervenstrom in verkehrter Richtung wieder, obwohl sehr schwach, hervortrat — führte den Beweis, dass diese positive Bewegung der Magnetnadel mit dem Bewegung vermittelnden Vorgange im Nerven Nichts zu schaffen habe.

Die Täuschungen sind jedoch nicht ausschliesslich nach der positiven Richtung möglich. Folgende Tabelle lehrt, dass man abwechselnd eine scheinbare positive oder negative Schwankung am durchschnittenen Nerven je nach der Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes des tetanisirenden Magnetelektromotors erhalten könne.

Wenn der Schliessungs-Inductionsstrom, S I, dem normalen Nervenstrome gleich gerichtet ist, also positive Elektrotonusphase erzeugt, bezeichne ich ihn künftig mit positiv, wenn entgegengerichtet, mit negativ.

Tabelle II.

Ruhender Nervenstrom. const. Abl.	Elektromotorische Kraft. M. M.	Schwankung des Nervenstromes.	Richtung des S. I.	Rollen-Abstand. M. M.
71°	+ 430	− 7°	S. I. +	100
	330	− 5°	» +	»
	330	− 10°	» −	»
	288	− 6°	» +	»
	255	− 8°	» −	»
	255	− 6°	» +	»
Nerv durch-	225	− 5°	» −	»
schnitten:	80	0°	» +	»
	80	0°	» −	»
	70	− 1°	» +	80
	+ 60	− 2°	» +	60
	− 70	− 1°	» −	»
	− 55	− 1°	» +	»
	− 70	+ 1°	» −	40
		+ 1°	» −	»
		− 4°	» +	»
		− 4°	» +	»
		+ 1°	» −	»
		+ 1°	» −	»
		+ 4°	» −	20
		+ 5°	» −	»
		− 11°	» +	»
		− 11°	» +	»

In manchen Fällen — vgl. Tab. I. — bleiben sich die durch die Stromschleifen erzeugten Nadelausschläge trotz des Umlegens der Stromrichtung im Vorzeichen gleich. Die Grösse der den beiden Stromrichtungen entsprechenden Ausschläge zeigt jedoch auch dann meist ziemlich in die Augen springende Unterschiede.

In noch ganz anderer Art und Weise vermögen Stromschleifen eine scheinbare positive Schwankung des Nervenstromes vorzutäuschen und zwar an Nerven, welche noch bei entsprechender Behandlung wahre negative Schwankung zu zeigen im Stande sind. Da mir die Beobachtung nicht ohne Interesse scheint, theile ich folgendes Versuchsprotokoll mit.

Tabelle III.

Ruhender Nervenstrom. const. Abl.	Elektromotorische Kraft. M. M.	Schwank. d. Nervenstromes.	Richtung des S. I.	Rollenabstand. M. M.	Zeit.
70°	265	− 6°	+	50	3 U 27″
	265	− 6°	„	„	33″
	255	− 6°	„	„	36″
	250	− 5°	„	70	38″
	250	− 6°	„	40	40″
	250	− 4°	„	30	42″
	236	+ 4°	„	0	44″
	234	+ 4°	„	„	46″
	234	− 4°	−	„	48″
	222	− 2°	„	„	49″
	222	+ 4°	+	„	53″
	220	+ 4°	„	„	54″
Nerv durchschnitten:	144	+ 2°	−	„	4 U 4″
	60	+ 3°	„	„	17″
	48	+ 1°	„	„	30″
	48	+ 3°	„	„	31″
	48	+ 2°	+	„	33″
	44	+ 2°	„	„	34″
	44	0°	+	50	40″
	44	0°	−	50	43″

Die Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes war bei den ersten Einzelbeobachtungen dem Nervenstrom gleich gerichtet, erzeugte demnach positive Elektrotonusphase.

Nachdem bei 30 M. M. Rollenabstand noch eine negative Schwankung von 4° beobachtet worden war, wurde der Rollenabstand gleich 0 gemacht. Der Erfolg war, dass eine positive Schwankung von + 4° einzutreten schien. Wurde der Schliessungs-Inductionsstrom im Nerven negativ gewendet, so wechselte der Nadelausschlag sein Vorzeichen, es entstand eine scheinbare negative Schwankung. Bei neuem Umlegen der Wippe trat wieder positive Schwankung in der alten Weise hervor.

Der Nerv wurde durchschnitten, um die Richtung des durch die erwarteten Stromschleifen erzeugten Nadelausschlages abzulesen. Der Ausschlag geschah in den positiven Quadranten, und blieb positiv bei beiden Richtungen der Ströme. Dieser Umstand dürfte geeignet sein, das Phänomen zu erklären, dass bei einem gut erregbaren Nerven, der noch negative Schwan-

kung zeigte, je nach der Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes positive und negative Ausschläge der Nadel von ziemlich gleicher Stärke abwechseln.

Negative Schwankung und Stromschleifen erzeugten ziemlich gleich grosse Nadelablenkungen, jedoch im entgegengesetzten Sinne: beide Wirkungen hielten sich das Gleichgewicht. Die Nadel befand sich in Folge dessen lediglich unter dem überwiegenden Einflusse des Zuwachses derjenigen Phase, welche dem Schliessungs-Inductionsstrome entsprach.

Wir haben im Vorstehenden eine Reihe von Schwankungen der Multiplicatornadel kennen gelernt, welche, obwohl sie beim Tetanisiren des Nerven mit dem Magnetelektromotor auftreten, doch mit dem Bewegung vermittelnden Vorgange im Nerven in keinem Zusammenhange stehen.

Da Herr Moleschott, obwohl er seine vollständigen Versuchsprotokolle mitzutheilen scheint, nie davon spricht, dass er vor diesen und ungezählten ähnlichen Täuschungen auf der Hut gewesen sei und sie zu vermeiden gesucht habe; da er ferner — nicht wie ich mit einem Daniell, sondern mit einem Grove arbeitend — die Wirkungen eines, gleichen Rollenabstand und gleiche Beschaffenheit der Apparate vorausgesetzt, beiläufig dreimal stärkeren Stromes als ich beobachtet hat, so kann es einem unbefangenen Beurtheiler kaum unwahrscheinlich erscheinen, dass sich derartige Wirkungen von Stromschleifen, vielleicht in überwiegender Anzahl, unter den als Schwankungen des Nervenstromes verzeichneten Nadelausschlägen, sowohl positiven als negativen, vorfinden mögen.

Ganz unabhängig von diesen aus mangelnder Sorgfalt des Beobachters entspringenden Täuschungen, vermag, wie dies a. a. O. du Bois-Reymond angiebt, bei Reizung mit den Inductionswechselströmen eines Magnetelektromotors eine scheinbare positive Schwankung einzutreten.

Folgende Tabelle zeigt eine solche Beobachtung. Der Nerv wurde je mehrere Minuten lang einem constanten Strome ausgesetzt (5 Daniells mit dem Magnetelektromotor als Widerstand im Kreise), welcher positive Phase erzeugte.

Die vorstehende Beobachtungsreihe macht deutlich, dass, während sich der Zuwachs in der positiven Phase bis zum Ende des Versuches auf seiner Höhe erhielt, der negative Zuwachs zu dieser Zeit eine bedeutende Verminderung erfahren hatte. Diese Beobachtung erklärt, warum die durch Wechselströme erzeugte scheinbare positive Schwankung mit der Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes nicht ihr Vorzeichen wechsele. Die negative Phase ist so geschwächt, dass sie unter diesen Umständen der positiven erst das Gleichgewicht zu halten vermag, so dass die Nadel keine Bewegung zeigt. Es entsteht aus dieser Beobachtung die Vermuthung, dass unter für diese Beobachtung günstigsten Bedingungen — grösste Stärke des positiven, geringste des negativen Zuwachses — auch bei negativem Schliessungs-Inductionsstrome eine positive Nadelbewegung erhalten werden könne.

Folgende Tabelle bringt einen derartigen Fall.

Tabelle VI.

Zeit	Ruhender Nervenstrom const. Abl.	Elektromotorische Kraft. M. M.	Negative Phase. const. Abl.	Elektromotorische Kraft. M. M.	Positive Phase. const. Abl.	Elektromotorische Kraft. M. M.	Nebenschl. d. const. Stromes	Schwank. des Nervenstroms	Richtung des S. I.
11 U. 30′	78°	625	—	—	—	—	—	— 12°	
		625	— 35°	506	+ 76°	458	50 Ml.		
12 U.		385	— 14°	354	+ 75°	280	„	— 3°	—
								— 1°	+
12 U. 30′		224	— 10°	186	+ 71°	180	„		
1 U.	8°	160	— 8°	120	+ 67°	120	„		
1 U. 30′		120	— 5°	120	+ 62°	120	„		
2 U.	6°	—	— 4°	—	+ 60°	—	„	+ 4°	+
								+ 1°	—
								+ 3°	

Auch hier sehen wir mit der Abnahme der elektromotorischen Kraft die negative Schwankung verschwinden.

Schliesslich tritt bei jeder Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes eine Nadelbewegung in positivem Sinne ein, zum Beweise, dass das enorme Uebergewicht der positiven Phase über die negative genügt, um sich auch unter diesen ungünstigsten Verhältnissen geltend zu machen.

Die drei im Vorstehenden beispielsweise mitgetheilten Tabellen mögen genügen, die Verhältnisse anschaulich zu machen, unter denen scheinbare positive Schwankung zur Beobachtung kommt.

Uebereinstimmend stellt sich aus allen von mir in dieser Richtung angestellten Versuchsreihen heraus, dass, so lange der Zuwachs in der negativen Phase des Elektrotonus nicht unter ein bestimmtes Verhältniss zu dem der positiven Phase gefallen ist, sich stets negative Schwankung des Nervenstromes bei Reizung mit den Wechsel-Inductionsströmen des Magnetelektromotors zeigte.

Der negative Nadelausschlag, welcher die Existenz einer negativen Schwankung anzeigt, verringert sich mit Abnahme der Leistungsfähigkeit des Nerven. Zur Zeit, wenn die Reizung in der vorigen Art keine Nadelbewegung mehr zu erzeugen vermag, ergeben die Beobachtungen des doppelsinnigen Zuwachses der Elektrotonusphase das Resultat, dass der negative im Verhältnisse zu dem positiven Zuwachse bedeutend an Stärke abgenommen habe. Noch auffallender zeigt sich dies Missverhältniss zu Gunsten der positiven Phase, wenn der Nerv bei Reizung scheinbar positive Schwankung beobachten lässt.

Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, dass diese scheinbare positive Schwankung ein Resultat des Uebergewichtes der positiven über die negative Phase bedeutet. Dies Uebergewicht der positiven Phase, welches sie schon von vorn herein besitzt, wird noch dadurch verstärkt, wenn der Schliessungs-Inductionsstrom dem Nervenstrom gleichgerichtet seine stärker polarisirenden Wirkungen noch zu Gunsten der positiven Phase ausübt.

Ich konnte mich der Frage nicht entziehen, ob an diesem Abnehmen des negativen Zuwachses in der entsprechenden Elektrotonusphase der einwirkende constante Strom direct einen Antheil besässe.

Du Bois-Reymond's Angaben a. a. O. sprechen gegen diese Vermuthung.

S. 383 finden sich die Bemerkungen:

„Bei bereits gesunkener Erregbarkeit tritt das Uebergewicht der positiven über die negative Phase deutlicher hervor.“

„Das längere Verweilen des Nerven in der einen Phase stumpft seine Empfänglichkeit für beide Phasen in gleichem Maasse ab. Das Uebergewicht der positiven Phase giebt sich unzweideutig und noch ausgesprochener kund.“

Auch meine Beobachtungen sprechen für den Satz, dass es allein die herabgesetzte Erregbarkeit ist, welche der positiven Phase das bedeutende Uebergewicht verleiht. Der Elektrotonus hat nur die eine Wirkung in dieser Frage, dass er das, was durch Zeit und die mit dieser verknüpften äusseren Einflüsse langsamer herbeigeführt wird, etwas rascher hervorbringt.

Tabelle VI. enthält eine Beobachtung, bei welcher die Einwirkung des constanten Stromes nur so lange andauerte, um die constante Ablenkung der Phasen ablenken zu können. Die allmählige Herabsetzung der Erregbarkeit fällt in derselben hauptsächlich den in der Zeit wirksam werdenden äusseren Einflüssen zu. Wir sehen sie in ganz derselben Art eintreten und schliesslich zu einer positiven Schwankung führen, wie wir dies auf Einwirkung des constanten Stromes durch längere Zeit hindurch beobachtet hatten.

Auch die länger andauernde negative Phase schwächt die Leistungsfähigkeit der Nerven in ganz analoger Weise.

Nach den mitgetheilten Beobachtungen könnte es scheinen, als müsste es für jeden Nerven eine Erregbarkeitsperiode geben, in welcher er scheinbare positive Schwankung zeigen müsste.

Doch ist dies nicht ausnahmslos der Fall. Ich theile im Folgenden eine Beobachtungsreihe als Beispiel mit, unter welchen Bedingungen es möglich sein könne, dass die positive Phase ihr Uebergewicht nicht geltend zu machen im Stande ist.

Tabelle VII.

Anfang 4 U. 5′. Ende 6 U.

Ruhender Nervenstr. const. Abl.	Elektromotorisch. Kraft.	Nebenschl. d cst. Stromes.	Zeit seiner Einwirkg.	Negat. Phase.	Posit. Phase.	Schwk d. Nervenstr.	Richt. des S. I.
76°	472	—	—	—	—	− 7°	
		90 Meilen	20′ Anfang	− 12°	+ 61°		
			20′ Ende	− 10°	+ 50°	− 3°	−
						0°	+
						− 3°	−
			10′ Anfang	− 8°	+ 50°		
			10′ Ende	− 7°	+ 48°	− 4°	−
						− 1°	+
			30′ Anfang	− 10°	+ 36°		
			30′ Ende	− 8°	+ 12°	− 6°	−
	106					0°	+

Es ergiebt sich, dass das Verhältniss zwischen den Ausschlägen negativer und positiver Phase sich in dieser Versuchsreihe nur bis zu 1 : 7 steigert und von dieser Höhe rasch wieder abfällt. Die beobachteten positiven Schwankungen waren alle bei einem Verhältnisse des Ausschlages durch den negativen zu dem durch den positiven Zuwachs wie 1 : 9 : 15 : 20 eingetreten. Auch die absolute Stärke der Phase war stets bedeutender als hier.

Das Sinken der positiven Phase im Verhältnisse zur negativen kann unter unbekannten Umständen manchmal schneller als gewöhnlich eintreten, so dass das Verhältniss nie so bedeutend zu werden vermag, dass positive Schwankung eintreten könnte.

In manchen Fällen mag dies auch noch dadurch verhindert werden, dass es scheint, als entwickelte sich der positive Zuwachs manchmal langsamer als der negative, indem er erst allmählig zu seiner vollen Höhe anschwillt.

Bei auch anfangs sehr gut erregbaren Nerven, bei denen das Verhältniss des Ausschlages durch den negativen Zuwachs zu dem durch den positiven sich anfangs wie 1 : 1,8, z. B. + 74° und − 42°, verhielt, sehen wir bei dem Sinken der Erregbarkeit endlich auch die positive Phase, die sich anfangs lange gehal-

ten hatte, so dass sie positive Schwankung erzeugte, bis auf ein Minimum sinken, so dass endlich die beiden Zuwachse um wenig mehr verschieden sind, z. B. – 7°, + 8°.

Wenig erregbare Nerven kranker oder ausgehungerter Thiere ergeben den Zuwachs der Phasen von Anfang an nur spurweise. Meist beobachtet man hier noch eine geringe negative Schwankung.

In folgender Tabelle sind zwei derartige Beobachtungen zusammengestellt.

Tabelle VIII.

Ruhender Nervenstr const. Abl.	Elektromot. Kr. M. M.	Schwank. d. Nervenstromes.	Nebenschl. d. cst. Stromes.	Neg. Phase const.	Pos. Phas. Abl.	Elektromot. Kr. M. M.	Schwank. d. Nervenstromes.
I. 73°	224	– 1 S. I. + – 1 S. I. –	50 Meilen nach 10″ Einwirkg.	– 2° – 2°	+ 8° + 5°	158	0° S. I. + 0° S. I. –
II. 74°	328	– 6° S.I.– – 3° S.I.+	90 Meilen nach 10″ Einwirkg.	– 3° – 2°	+ 7° + 7°	246	0° S. I. – 0° S. I. +

Fassen wir die Beobachtung über die Elektrotonusphasen zusammen, so ergiebt sich Folgendes.

Der Zuwachs der positiven Phase überwiegt stets den der negativen. Mit Abnahme der Leistungsfähigkeit und elektromotorischen Kraft sehen wir anfangs den negativen Zuwachs sehr rasch abnehmen, während der positive sich constant erhält oder nur um sehr wenig abnimmt. Endlich scheint eine untere Grenze von dem negativen Zuwachs erreicht zu werden und zwar zu einer Zeit, in der sich die positive Phase meist erst sehr wenig geschwächt zeigt. Diese Periode des entschiedensten Uebergewichtes der positiven Phase über die negative (vor welcher schon die negative Schwankung des Nervenstroms aufhörte sichtbar zu werden) ist die für das Auftreten der scheinbaren positiven Schwankung die günstigste.

Von diesem Zeitpunkte an sinkt nun aber auch die positive Phase rasch abwärts, das Verhältniss der negativen zur positi-

ven Phase beginnt, sich wieder zu heben, bis endlich auch die positive Phase an ihrem vorläufigen unteren Grenzwerthe angelangt ist. Hier ist bei der äussersten Herabsetzung der beiden Grössen das Verhältniss der negativen zu der positiven Phase wieder annähernd das anfängliche. Es werden demnach bei Reizung mit Inductionswechselströmen die positive und negative Phase sich wieder wie anfänglich nahezu das Gleichgewicht halten können. Hier ist es möglich, dass wieder eine wahre negative Stromschwankung zum Vorschein kommen könnte, wenn der Nerv noch zu einer solchen fähig ist. Einige im Vorstehenden mitgetheilte Beobachtungen scheinen dafür zu sprechen (Tab. VII u. VIII.).

Endlich verschwindet jede Spur der negativen Schwankung, die Phasen bestehen noch spurweise fort. Schliesslich — in einer hierher gehörigen Beobachtung schon nach 5 Stunden — besteht nur noch der Nervenstrom äusserst geschwächt ohne jede Spur von Phasen.

Schliesslich scheint mir die Beobachtung noch einige Worte zu verdienen, dass die scheinbare positive Schwankung trotz des enormen Uebergewichtes der positiven über die negative Phase sich doch in allen mir zu Gebote stehenden Versuchsreihen nie über 5° Nadelausschlag erhoben habe. Dies scheint mir von vorn herein darauf hinzudeuten, dass auch zu einer Zeit, in welcher wegen des Uebergewichts der positiven Phase schon keine negative Stromschwankung mehr sichtbar wird oder sogar schon positive Schwankung sich einstellt, doch noch die negative Stromschwankung als Bewegung vermittelnder Vorgang fortbesteht.

Bekanntlich ist die bei Inductions-Reizung beobachtete negative Schwankung stets ein complicirtes Phänomen. Um sie rein zu beobachten, müssen sich die durch die Wechselströme erzeugten Phasen gegenseitig vollständig aufheben. Dies ist jedoch wohl nie der Fall. Der positive überwiegt stets den negativen Elektrotonus-Zuwachs, so dass auch bei gleicher Stromstärke und Dauer stets bis zu einem gewissen kleinen Grade ein Ueberwiegen des positiven stattfinden muss. Denken wir uns noch den Schliessungs-Inductionsstrom positiv ge-

richtet, so muss dies noch mehr hervortreten. Stets hat die negative Stromschwankung diese Tendenz der Nadel zu einer positiven Bewegung zu überwinden; sie wird stets kleiner erscheinen, als sie in Wahrheit ist. Ueberwiegt die Wirkung der negativen Schwankung diesen normalen positiven Anstoss der Nadel bedeutend, so wird der kleine Abzug an Stärke unter den Verhältnissen des Versuches für die Beobachtung verschwinden müssen. Ist jedoch die Leistungsfähigkeit und mit ihr die negative Schwankung herabgesetzt, so muss diese Tendenz zu einer positiven Bewegung bei immer wachsendem Uebergewicht der positiven Phase immer entschiedener ihren Einfluss geltend machen. Dann wird es möglich, dass die zur Beobachtung kommende negative Schwankung je nach der Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes verschiedene Grösse zeigt.

Von derartigen Beobachtungen steht mir eine Reihe zu Gebote. Als Beispiel theile ich folgende mit.

Tabelle IX.

Ruhender Nervenstr. const. Abl.	Elektromot. Kraft. M. M.	Negative Schwankung.	Richtg. d. Schliess.-Induct.str	Negat. Phase. cst. Abl.	Positive Phase. const. Abl	Constant. Strom.
81°	395	− 8°	+ S. I.			
		− 10°	− S. I.			
		− 4°	+ S. I.			
		− 8°	− S. I.			90 Meilen
				− 42°	+ 78°	Nebenschliessng.

Du Bois hat dieses Phänomen S. 458 a. a. O. beschrieben. Er kam jedoch nicht zur sicheren Entscheidung, ob er es hier nicht mit einem versteckten Ladungsvorgange zu thun habe. Da ich mit unpolarisirbaren Elektroden arbeitete, war bei mir dieser Einwurf ausgeschlossen.

Während auch ich, wie es von du Bois angegeben wird, gesehen habe, dass die negative Stromschwankung bei gleichbleibender Richtung der Ströme meist vom ersten bis etwa dritten Reizversuche zunimmt, sah ich bei wenig erregbaren Nerven die Grösse der Schwankung ab- und zunehmen, je nach der Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes.

Ist die in Obigem vorgetragene Ansicht über negative und scheinbare positive Schwankung die richtige, so würden sich, wenn abwechselnd mit der negativen Schwankung nur die eine der beiden möglichen Phasen gleichzeitig in Wirksamkeit träte, die beschriebenen Unterschiede der negativen Schwankung noch beträchtlicher herausstellen müssen. Es muss auf diese Weise möglich sein, die negative Schwankung abwechselnd bald stark bald schwach oder unter Umständen sogar positiv erscheinen zu lassen.

Das gewünschte Verhältniss ist leicht dadurch zu realisiren, dass man nicht mit Wechselströmen, sondern mit dem unterbrochenen Strom von constanter Richtung den Nerv tetanisirt.

Zu diesem Zwecke wurde ein Poggendorff'scher Inversor, wie er von du Bois Band I. S. 447 beschrieben wurde, so eingeschaltet, dass er den Strom nur unterbrach, ohne ihn zu wenden. Um dem Strome im Nerven bald positive bald negative Richtung ertheilen zu können, wurde eine Wippe eingeschaltet. Durch einen Schlüssel konnte die Leitung zwischen der zu erregenden Nervenstrecke und dem einen Daniell, der ohne Nebenschliessung zur Erregung diente, hergestellt und unterbrochen werden.

Der negativ gerichtete Strom erregte bei dem Drehen de Rades negative Schwankung und negative Elektrotonusphase. Die beiden negativen Grössen geben unter allen Umständen eine negative Summe.

Bei positivem Strome summiren sich eine negative und eine positive Grösse. Die Summe wird demnach je nach dem Grössen-Verhältnisse der beiden Summanden ein positives oder negatives Vorzeichen erhalten müssen.

Band II, Abthl. I, S. 392 giebt du Bois an, wie man am Inversor die Dauer der Stromeinwirkung durch Anwendung und Stellung von Hülfsfedern beliebig abzuändern vermag.

Bei möglichst kurzer Schliessungsdauer des Stromes ist natürlich die Einwirkung der Phasen auf die Nadelstellung möglichst beschränkt. Bei möglichst langer hingegen werden sie sich unzweideutiger geltend machen müssen. Danach ist

die Rubrik „Bemerkungen" in folgender Tabelle, welche einen solchen Versuch beispielsweise mittheilt, zu verstehen.

Tabelle X.

Ruhender Nervenstr. 1. Ausschl.	Elektromot. Kraft M. M.	+Phase	−Phase	Negative Schwankg. Erregend. Strom +	Erregend. Strom −	Bemerk. üb. d. Schliessungszeit d. Stroms.
H.	220	—	—	− 4°	− 10°	Kurze Dauer.
	—	—	—	+ 2°	− 14°	Lange Dauer.
	210	—	—	+ 5°	− 10°	„
	198	—	—	− 3°	− 6°	Kurze Dauer.
	—	+ 68°	− 15°	—	—	
	192	—	—	− 2°	− 8°	„
	—	—	—	+ 10°	− 12°	Lange Dauer.
	—	+ 69°	− 13°	—	—	
	185	—	—	—	—	

Die Resultate der vorstehenden Tabelle bedürfen nach dem Gesagten keiner Worte mehr; sie bestätigen unsere Annahme auf das Vollständigste.

Der Umstand, dass die Elektrotonusphasen mit der Entfernung der erregten von der abgeleiteten Strecke sehr viel rascher abnehmen als die negative Schwankung, erlaubt noch einen weiteren experimentellen Beweis, dass die scheinbare positive Schwankung nur ein Ueberwiegen der positiven Phase bedeute. Man sieht bei positiver Richtung des durch den Inversor in der oben angeführten Weise unterbrochenen Stromes bei grosser Entfernung der beiden Strecken negative Schwankung eintreten, während bei geringer Entfernung schon positive sich zeigte. Diese Thatsache und ihre Erklärung findet sich schon bei du Bois in seinen Untersuchungen Bd. II, S. 465 f., weshalb ich es unterlasse, hier noch näher darauf einzugehen.

Schliesslich fasse ich die Resultate der vorstehenden Untersuchung zusammen.

1. Auch bei Ausschluss der sehr vielseitig möglichen Täuschungen nimmt man an fast jedem Nerven in einer bestimmten Periode der Abnahme seiner Lebenseigenschaften bei Reizungs-Versuchen mit dem Magnetelektromotor eine scheinbare positive Schwankung des Nervenstromes wahr.

Der positiven Schwankung geht in allen Fällen eine

negative voraus, welche in allmähligem Uebergange mit gleichzeitigem Sinken der elektromotorischen Kraft durch 0° hindurch zu einer positiven wird.

3. Diese scheinbare positive Schwankung hat mit dem Bewegung vermittelnden Vorgange im Nerven Nichts zu schaffen. Sie ist lediglich eine Nebenwirkung des zum Tetanisiren benutzten Apparates und beruht auf einem Ueberwiegen der positiven über die negative Elektrotonusphase, welches herbeigeführt sein kann, wie dies du Bois-Reymond angiebt, a) dadurch, dass die dem Schliessungs-Inductionsstrom entsprechende Phase das Uebergewicht über die vom Oeffnungsstrom erzeugte bekommen kann. Dies wird dadurch noch unter Umständen unterstützt, dass das normale Uebergewicht der positiven Phase über die negative mit Abnahme der Erregbarkeit — mag sie nun durch Einwirkung des constanten Stromes oder ohne diese gesunken sein — zu steigen pflegt; indem anfänglich die negative Phase sehr rasch bedeutend an Intensität abnimmt, während die positive erst sehr langsam und allmählig geschwächt wird. b) Dieses Uebergewicht der positiven über die negative Phase kann unter Umständen zu solcher Höhe steigen, dass, auch wenn der Schliessungs-Inductionsstrom negativ gerichtet ist, der positive Zuwachs in seinen Wirkungen auf die Magnetnadel überwiegt.

4. Bei wenig erregbaren Nerven zeigt sich von Anfang an die Richtung des Schliessungs-Inductionsstromes von Einfluss. Positive Richtung schwächt, negative verstärkt sie scheinbar.

Es ist nach alledem das von E. du Bois-Reymond zuerst beobachtete und richtig gewürdigte, von Hrn. J. Moleschott neuerdings mit dem Bewegung vermittelnden Vorgange im Nerven fälschlich in Verbindung gebrachte Phänomen der scheinbaren positiven Schwankung des Nervenstromes nicht ein Zeichen, „dass der Nerv der Stufe des unversehrten Lebens noch verhältnissmässig nahe stehe." Es ergiebt sich im Gegentheile, dass diese Erscheinung einem hohen Grade von Leistungsunfähigkeit, einem das allmählige Erlöschen der Lebenseigenschaften des Nerven begleitenden Zustande seine Entstehung verdanke.

Vorstehende Untersuchungen wurden im Verlaufe des Winters 18⁶¹/₆₂ im Laboratorium des Kgl. physiologischen Instituts zu Berlin ausgeführt. Ich benutze mit Vergnügen die Gelegenheit, Herrn Professor E. du Bois-Reymond, meinem hochverehrten Lehrer, für die liberalste und freundlichste Unterstützung bei denselben meinen innigsten Dank auszusprechen. Ebenso drängt es mich zum Danke gegen meinen verehrten Freund Dr. J. Rosenthal, der weder Zeit noch Mühe scheute, um mir bei meinen Arbeiten behülflich zu sein.

Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien.

Erste Abhandlung

von

Dr. Otto Deiters,
Privatdocenten an der Universität Bonn.

(Hierzu Taf. VI, VII, VIII.)

Seit der meisterhaften Abhandlung Windischmann's[1]), welche im Jahre 1831 erschien, ist das innere Gehörorgan der Amphibien einer eingehenden Bearbeitung nicht unterworfen worden. Ueber einzelne Theile erschienen zerstreute Mittheilungen, indessen auch diese kaum der Art, dass sie eine auch nur einigermassen genaue Kenntniss vermitteln könnten. Ich habe daher, durch meine bisherigen Gehöruntersuchungen von selbst darauf geführt, längere Zeit der Untersuchung dieser Theile gewidmet und eine Lücke auszufüllen gesucht, welche in Ansehung der weit umfassenden vergleichenden Bestrebungen der heutigen Anatomie auffallend genug genannt werden darf.

1) C. Windischmann, De penitiori auris in amphibiis structura Lipsiae 1831.

Die nachstehenden Mittheilungen, indem sie vorzugsweise sich auf die Schnecke der Amphibien beziehen sollen, behandeln denjenigen Theil des Gehörorganes, wegen dessen gerade das Amphibiengehör im Hinblick auf die übrigen Wirbelthierclassen ein hervorragendes Interesse in Anspruch nimmt. Es ist bekannt, dass die heutige Anatomie, einige unbestimmte Andeutungen abgerechnet, die Grenze, an welcher das vorher einfache Schema eines Wirbelthierlabyrinthes durch den Hinzutritt einer Schnecke complicirt zu werden anfängt, mitten durch die Reihe der Amphibien zu ziehen pflegt. Jede neue Arbeit durfte daher in der zuversichtlichen Hoffnung unternommen werden, durch Auffindung des einfachsten, man möchte sagen rohen Schemas einer Schnecke und damit durch Feststellung der zur Function dieses Organs unentbehrlichsten Gebilde, der Physiologie wenigstens einen indirecten Dienst zu leisten. Ich darf sagen, dass mir im Laufe meiner Untersuchungen diese Hoffnung mehr wie vorauszusehen war, erfüllt worden ist, indem nicht nur in der bisher bekannten Schnecke der Reptilien die aus den höheren Wirbelthierclassen bekannten Sinnesapparate aufgefunden wurden, sondern auch die Schnecke in dem Ohr der Batrachier erkannt werden konnte, denen die bisherige Anatomie dieses Organ absprach.

Ich beabsichtige daher im Folgenden meine bisherigen Resultate, soweit sie sich gegenwärtig abschliessen lassen, mitzutheilen, muss aber an die Spitze stellen, dass diese schon aus dem Grunde zu einem Theile lückenhaft bleiben müssen, weil das Material, über welches ich zu disponiren hatte, nicht ausreichte, um alle Fragen, die ich aufgeklärt wünschte, zu erledigen. Da ich indess nicht bestimmt voraussehen kann, bis wann ich über hinlängliches Material zu verfügen habe werde, so ziehe ich es vor, meine bisherigen Resultate in der Hoffnung mitzutheilen, dass vielleicht andere Untersucher die Mühe auf sich nehmen möchten, entweder die gebliebenen Lücken auszufüllen oder mich mit Material zu unterstützen. Es erscheint nämlich mehr wie bei den höheren Wirbelthierclassen bei den Amphibien von Wichtigkeit, das allgemeine Schema nicht einer beschränkten Anzahl von Species zu entnehmen,

sondern die Untersuchung auf eine möglichst grosse Reihe auszudehnen. Die interessanten Uebergänge der Eidechsenschnecke durch die der Blindschleiche zu der der Schlange und endlich der der Batrachier mögen das schon jetzt erläutern, und zugleich den Beweis geben, wie vielleicht sogar die zoologische Systematik diesen schwer zugänglichen Apparat des inneren Gehörorganes in natürlicher Weise verwerthen könnte.

In Betreff der Reptilien werde ich mich im Nachfolgenden allein auf die Schnecke beschränken, die übrigen Theile nur soweit berücksichtigen, als es zum allgemeinen Verständnisse nothwendig erscheint. Bei den Batrachiern muss dagegen schon jetzt das Bild etwas weiter abgegrenzt werden, da es hier erst darauf ankommt, die Schnecke aufzufinden, resp. ihre Existenz durch Abwägung aller hier in Betracht kommenden Theile zu beweisen.

Ich habe die auf den Gegenstand bezügliche Litteratur durchsucht und gebe die Angaben der Autoren im Folgenden, soweit es nothwendig erscheint, um ein Bild des gegenwärtigen Zustandes unserer Kenntnisse zu erhalten.[1])

Das einfachste Schema eines Wirbelthierlabyrinthes, wie es mancher Complicationen ungeachtet bei den Fischen leicht erkannt wird, und von dem daher bei der Untersuchung der untersten Amphibiengattungen auch ausgegangen werden muss, ist ein einfacher Sack, die halbcirkelförmigen Kanäle aufnehmend (Alveus communis canalium semicircularium), und ein Anhang dieses Sackes, welcher die Hauptmasse der Otolithen führt (Steinsack). Dieses dem Vestibulum der höheren Wirbelthiere entsprechende Bild haben schon die ersten Untersucher bei den Amphibien wiedergefunden, wurden aber anfangs in der Deutung meist durch das Streben irregeleitet, sämmtliche Attribute des Labyrinthes der höheren Wirbelthiere in zu augenfälligen Aequivalenten wieder zu erkennen. So haben u. A. nicht nur die älteren Autoren sich bemüht, mit allen

1) Man findet die Angabe der Litteratur ziemlich vollständig in dem erwähnten Werke von Windischmann, die spätere bei Stannius (Zootomie, 2. Aufl.)

möglichen Gründen in dem Steinsacke des Analogon der Schnecke zu erkennen; noch in der neuesten Zeit wurde dieser Fehler bei Untersuchung des Schildkrötengehöres von Rathke begangen, trotzdem dieser die wirkliche Schnecke hinlänglich genau erkannte und sogar den hinzugehenden Nerven vollkommen deutlich beschreibt.

Die wirkliche Schnecke der Reptilien wurde in ihrer Bedeutung zum Theil erst später erkannt; bei den Batrachiern aber hatten, wenigstens das Sichere, Thatsächliche betreffend, die Untersuchungen dem allgemeinen Schema Nichts hinzugefügt, im Gegentheil war man überzeugt, hier das einfachste Bild am leichtesten und ungetrübtesten vor Augen zu haben.

Die ersten Angaben darüber findet man bei Scarpa und Cuvier, später bei Huschke und Windischmann, denen in neuerer Zeit einige wenige Bemerkungen hinzugefügt worden sind.

Scarpa beschreibt das innere Gehörorgan der *Salamandra aquatica* als den den Fischen am meisten genäherten Typus. Die Höhle des Vestibulum enthält den Steinsack (sacculus albidam materiem cretaceam continens) und mit ihm verbunden (insidens) den alveus communis canalium semicircularium, deren jeder in eine Ampulle anschwillt. Der N. acusticus tritt, in zwei Zweige getheilt, in das Vestibulum. Der eine dieser Zweige geht theils zu dem Sacculus vestibuli retro substantiam cretaceam, theils zu der Ampulle des Canalis semicircularis posterior; der andere aber zu den Canall. semicircul. anterior und posterior. Der Sacculus vestibuli una cum massa cretacea liegt dem Opercul. cartilagin. der Fenestra rotunda auf. In dem Gehörorgan von *Rana* wird eine nicht näher erklärte Aehnlichkeit mit demjenigen von *Lacerta, Testudo* etc. gefunden. Das für unsere Frage wesentlichste Ergebniss wird in folgenden Worten zusammengefasst: Aves carent materia cretacea et lapillis, quae animalium aquatilium propria esse videntur; at lapillorum loco volucrum auris cochleae rudimento aucta et instructa est.

Ganz in ähnlicher Weise verhalten sich die Angaben von Cuvier und besonders diejenigen von Huschke, der am meisten die Analogie des Steinsackes mit der Schnecke vertritt.

Ohne, was die Batrachier angeht, dem Thatsächlichen etwas Wesentliches hinzuzusetzen, vermittelte dann zuerst Windischmann ein richtiges Verständniss, der diese Analogie verwarf und das Vorhandensein einer Schnecke und eines Foramen rotundum für die Batrachier einfach in Abrede stellte. Man findet endlich aus neuerer Zeit über das Batrachiergehör noch einige Notizen bei Stannius zusammen gestellt, die, wie ich im Folgenden zu zeigen haben werde, soweit sie von den früheren abweichen, einige Irrthümer enthalten. So die Angabe von drei halbcirkelförmigen Kanälen mit vier Ampullen (vielleicht ein Druckfehler), so besonders die Angaben über die Nervenvertheilung in dem Vestibulum der Batrachier. Von Bedeutung ist der Bericht über ein Schneckenrudiment bei *Rana mugiens*, die erste Andeutung des Vorkommens eines solchen Organes bei den Batrachiern. Als solches wird ein kleiner, rundlicher Auswuchs gedeutet, welcher dem Sack eng angewachsen ist, dessen Umfang dem einer Ampulle entspricht und dessen Wand härter ist als diejenige des Sackes. Ich werde im Verlauf zu zeigen haben, dass die Beschreibung auf eine auch bei dem gewöhnlichen Frosch vorhandene Protuberanz des Steinsackes passt, welche ein eigenes Nervenfädchen erhält, welche aber die Schnecke der Batrachier nicht ist.

Von dieser scheint nur Leydig eine Andeutung gesehen zu haben, der auch beim Frosch über ein Analogon eines Knorpelrahmens berichtet, seiner Andeutung aber keine weitere Erläuterung hinzufügt.

Man sieht, dass, einige nicht recht verständliche Andeutungen abgerechnet, die gegenwärtige Kenntniss des inneren Batrachiergehöres sich von dem oben erläuterten allgemeinen Schema nicht entfernt. Erst bei den Reptilien wurde schon den ersten Untersuchern nicht nur ein Foramen rotundum, sondern diesem entsprechend auch ein kegelförmiger Anhang des Vestibulum bekannt, welcher anfangs zum Theil richtiger beobachtet wie gedeutet wurde.

Dies ist die Schnecke der Amphibien. Während dem sonst so genauen Scarpa dieses Organ ganz und gar entgangen zu sein scheint, findet man die ersten Angaben darüber bei Cu-

vier, Blainville, Bojanus, Breschet, welche indess zu einem richtigen Verständniss zum Theil nicht gelangten. Bojanus, der die genaueste, wenn auch ohne stärkere Vergrösserung untersuchte, doch durchaus richtige Abbildung lieferte, bezeichnet das Organ einfach als Saccus vestibuli, ohne seine Bedeutung als Schnecke zu verstehen. Selbst Cuvier, der wohl die Reptilienschnecke zuerst erkannte und ihre Bedeutung verstand, bleibt noch in einem 1831 erschienenen Referat über Breschet's Gehöruntersuchungen bei der älteren, besonders von Huschke vertretenen Ansicht stehen, welche den Steinsack als das einfache Analogon der Schnecke erklärte. Windischmann hat hier zuerst genauere und richtigere, von Joh. Müller vertretene Resultate, und im Ganzen und Grossen repräsentiren seine Angaben noch gegenwärtig unsere Kenntnisse von der Amphibienschnecke. Da die Untersuchungen dieses Autors meist auf Krokodil und Schildkröte sich beziehen, welche ich bis jetzt nicht untersuchen konnte, so muss ich über seine Angaben referiren, ohne sie vollständig beurtheilen zu können. Meine Ergebnisse bei Untersuchung der Eidechsenschnecke würden indess vielleicht zu dem Schluss führen, dass bei diesem sorgsamen Untersucher die genauere Kenntniss des leichter zu verstehenden Vogelgehöres nicht ohne störenden Einfluss auf die vorurtheilsfreie Beurtheilung der Amphibien gewesen sein möchte.

Windischmann unterscheidet an der häutigen Schnecke der Reptilien zwei Knorpel, oben und unten verbunden, welche die Schnecke in die beiden Scalen eintheilen, eine Lagena, eine beide Knorpel verbindende Membran, den Nerven mit seiner Vertheilung und die Membranae vasculosae, also im Wesentlichen dieselben Attribute, welche die Schnecke der Vögel charakterisiren. Die beiden Knorpel verhalten sich ähnlich wie im Gehöre der Vögel, mit Ausnahme des Grades ihrer Krümmung und der Art ihrer Verbindung. Beiderseits sind sie innig mit ihren Spitzen verwachsen, ohne an dem einen Ende übereinander gelagert zu sein. Wo beide an dem einen Ende verbunden sind, setzen sie sich in eine dünne Membran fort, welche vorn und zu den Seiten etwas einwärts gebogen ist

und dadurch eine Lagena bildet. Eine obere Verbindung dieser Membranae vasculosae wurde nicht constatirt. Auf dieser Membran vertheilt sich die pinselartige Ausstrahlung des Nerven gerade wie bei den Vögeln; der innen von ihr umschlossene Raum enthält eine wässerige Flüssigkeit. Der Zwischenraum zwischen beiden Knorpelschenkeln wird von einer feinen Membran (Lamina spiralis) ausgefüllt, auf welcher die feinste Vertheilung des Schneckennerven stattfindet.

Der Nervus cochlearis selbst, nachdem er in den von der knöchernen Schnecke umschlossenen Raum eingetreten ist, verläuft bis zur Gegend der grössten Biegung der Knorpel; hier schwillt er in einen Bulbus an, aus welchem mehrere Zweige heraustreten, der eine pinselförmig ausstrahlend zur Lagena, der andere den Knorpel durchbohrend zur Lamina spiralis, ein anderer zum Saccus vestibuli.

Auch ein Analogon der Membrana vasculosa, also des Daches über Knorpel und Lamina spiralis wurde gefunden, indessen nur in zwei von jedem Knorpel ausgehenden faltigen Rudimenten gesehen, die schon der Präparationsweise entsprechend kaum in ihren wesentlichen Charakteren erkannt werden konnten.

Die Schnecke der Schildkröte beschreibt Windischmann etwas verschieden, wie es scheint, nicht genau; wenigstens giebt die Abbildung von Bojanus ein zuverlässigeres Bild und sind seitdem genauere Angaben gemacht worden. Unter diesen müssen auch diejenigen von Rathke genannt werden, welcher die Bedeutung des Organs als Schnecke nicht erkannte, wohl aber Knorpelrahmen, Lagena und die gröbere Nervenverzweigung ziemlich richtig beobachtet hat.

An diese reihen sich die Angaben von Stannius: „Die kegelförmige Schnecke, welche dem Sacculus rotundus anliegt, mit seiner Wand innig zusammenhangend, enthält, umschlossen und umgrenzt durch häutige Strecken, ein Knorpelgerüst, das einem Schneckengewinde ähnelt. An der Rückseite eines absteigenden, oben breiteren, unten verschmälert und stumpf endenden Knorpels springen in schräger Richtung zwei in einem Bogen zusammenhangende Leisten, eine höhere, ausgedehntere,

und eine tiefere, minder ausgedehnte, derartig vor, dass sie eine Rinne einschliessen. Die tiefere Leiste steigt frei von der höheren ab und ist in dieser Strecke von der knorpeligen Axe durch einen der letzteren parallelen Spalt geschieden, worauf sie wieder mit dieser Axe verbunden erscheint. An diesem Gerüste vertheilt sich der N. cochleae. Das konische Ende der Schnecke enthält Otholithenbrei."

Soweit die Angaben von Stannius, die wohl kaum verständlich genannt werden können. Sie sind die einzigen, welche in jüngster Zeit über diesen Gegenstand gemacht wurden. Von einer histologischen Bearbeitung kann man aber auch bei den Reptilien, was die Schnecke angeht, kaum sprechen. Ich glaube nicht, dass Leydig seine in seiner Histologie auf die Eidechsenschnecke bezüglichen Angaben noch zu vertreten geneigt sein wird. Indem ich damit zum dritten Male einem hochgeachteten Forscher entgegentrete, kann ich nicht umhin, die Bitte hinzuzufügen, dass darin keine Verkennung der grossen Verdienste desselben gesehen werden möge. Ich würde es lebhaft bedauern, wenn ich durch frühere Bemerkungen den Schein eines verletzenden Polemisirens veranlasst haben sollte, das mir durchaus fern liegt.

Ich beginne meine eigenen Mittheilungen mit der Betrachtung der Schnecke der Reptilien, unter denen ich vorläufig die histologischen Details nur von *Lacerta agilis* bringen kann. Die Schnecke von *Anguis fragilis* und von *Coluber natrix*, welche einstweilen noch nicht vollständig genug untersucht werden konnten, sollen nur beiläufig erwähnt sein.

Ueber Präparationsmethode habe ich nichts Eigenthümliches zu bemerken; nur muss ich darauf aufmerksam machen, dass ohne zweckmässige Quer- und Längsschnitte ein Verständniss unmöglich bleiben wird. Der Kleinheit des Objectes entsprechend sind diese natürlich sehr schwer zu erhalten und daher manches im Resultat scheinbar einfache Lagerungsverhältniss nur nach langer Bemühung erkennbar.

Die Schnecke der Reptilien ist ein kleiner unregelmässig kegelförmiger Anhang, welcher dem häutigen Vestibulum in unmittelbarster Nähe der Ampulle des hinteren halbcirkelför-

migen Kanals aufsitzt. An seiner Basis mit unregelmässig elliptischem Querschnitt beginnend, erhebt sich dieser Kegel bei den Eidechsen in nahezu cylindrischer Form bis über die Mitte seiner Höhe, wo er sich schneller in eine stumpfe Kegelform abzuschliessen beginnt. Durch das sehr bedeutend wechselnde Grössenverhältniss der beiden Hauptattribute dieses Kegels untereinander wird bei den andern Reptilienformen, soweit ich sie bis jetzt kennen lernte, die Form einer sehr bedeutend abweichende. Ich gebe einstweilen die Abbildungen der Schnecke der Blindschleiche und der Ringelnatter (cf. Fig. 2 und Fig. 3).

Geht man zum Verständniss der Schnecke der Reptilien von derjenigen der Vögel aus, so wird man ganz im Allgemeinen auch hier einen Knorpelrahmen und eine Lagena erwarten, genauer ausgedrückt, zwei Knorpelschenkel an ihren Endpunkten verbunden, durch deren einen der Nerv tritt, und der cylindrische Körper und Zähne trägt, dann eine flaschenförmige Erweiterung der Vereinigung dieser beiden Schenkel, in deren Wand der Nerv in pinselförmiger Anordnung ausstrahlt und deren innere Fläche eigenthümliche haartragende Zellen führt.

Der die Schnecke des Amphibiengehöres repräsentirende Kegel trägt wenigstens in den von mir untersuchten Formen einen rings geschlossenen Knorpelrahmen und eine Lagena, welche im Allgemeinen die obigen Bedingungen erfüllen und über deren vergleichend-anatomische Bedeutung man keinen Augenblick in Zweifel sein kann. Um so auffallender erscheint die Art und Weise, wie hier bei gleichem histologischem Princip doch die gröbere Anordnung solche auffallende Verschiedenheiten zeigt, dass eine erschöpfende Erklärung gegenwärtig wenigstens kaum durchzuführen scheint.

In der ganzen Höhe bildet, wie fortlaufende Durchschnittsbilder zeigen, der Schneckenkegel einen einzigen ununterbrochenen gleichmässigen Hohlraum. Lagena und Knorpelrahmen liegen also hier nicht, wie beim Vogelohr, hinter, sondern neben einander. Die jederseitige Verbindungsstelle der beiden Knorpelschenkel ist eine einfache abgerundete Brücke, ohne jede Ausbuchtung und direct zur Bildung der Lagena nicht beitragend. Der Knorpelrahmen bildet, wie auf dem Durch-

schnitt ersichtlich nur einen Theil der einen Wand des ganzen Kegels, welche ich die vordere nennen will; der andere und grössere Theil dieser Wand, welcher sich in seiner ganzen Breite an den einen Knorpelschenkel anlegt und welcher sich an dem gegenüberstehenden Ende in die Seitenwand des Kegels umbiegt, trägt die erwähnte pinselförmige Anordnung des Nerven, trägt die haartragenden Zellen, er hat die Bedeutung der Lagena. Man erkennt auf dem Durchschnitt die Wand der Lagena in der ganzen Länge des Kegels als eine unmittelbare seitliche Fortsetzung des einen Knorpelschenkels, den ich den ersten nennen werde, weniger scharf abgegrenzt wie dies auf Flächenpräparaten den Anschein hat. An der Grenze der vorderen Wand biegt sich die Fläche der Lagena in die eine Seitenwand des Kegels um, welche von ihr ganz allein gebildet wird. Auf diese Weise bildet also das knorpelige Gerüst, Lagena und Knorpelrahmen eine Art Halbkanal, die vordere und eine seitliche Wand des ganzen Kegels enthaltend. Die entgegengesetzte Seitenwand schliesst sich an den zweiten, der Lagena nicht anliegenden Knorpelschenkel an. Einem dünnen Bindegewebsstratum anliegend erheben sich hier unter fast rechtem Winkel längliche, zellige Gebilde, dicht gedrängt einander anliegend, die cylindrischen Körper, das Analogon des Corti'schen Apparates der Säugethiere. Der Natur dieser Theile entsprechend ist diese Wand nur eine sehr schwache und lockere, und sie wird daher bei Flächenpräparaten gewöhnlich umgeklappt, wo dann diese constituirenden Theile seitlich dem zweiten Schenkel anzuliegen scheinen. Unmittelbar an diese aufrecht stehenden Körper schliesst sich eine zusammengesetzte Membran an, welche schräg aufsteigend in die vierte Wand (die hintere) des Kegels übergeht und welche auf der anderen Seite die Lagena abschliesst, also die hintere Wand allein bildet. Diese hintere Wand überdeckt also nicht bloss die Lagena, sondern den Knorpelrahmen überhaupt; sie ist das Dach des ganzen Hohlraumes der Schnecke, welcher der Scala vestibuli entspricht, und auch ihren Elementen entsprechend darf sie den Namen des Tegmentum vasculosum, wie ich den gleichen Theil der Vogelschnecke bezeichnete, erhalten. Der

in dieser Art und Weise umschlossene Hohlraum trägt, wie aus der Beschreibung klar ist, zwei Oeffnungen. Von der einen, mit welcher der Kegel dem Vorhof aufsitzt, sagt schon Bojanus: dass hier der Alveus communis von dem Saccus vestibuli durch ein feines Septum membranaceum abgetheilt werde. Ich habe mich davon nicht bestimmt zu überzeugen vermocht. Die zweite Oeffnung ist das ovale Lumen des Knorpelrahmens, welches in der ganzen Länge theils durch eine knorpelige Brücke, theils durch ein eigenthümliches, sogleich näher zu charakterisirendes Gewebe (der Membrana basilaris der höheren Vertebraten entsprechend) ausgefüllt wird. Diese membranöse Verbindung erreicht die Dicke der Knorpel nicht, sie theilt also den von den Knorpelschenkeln eingeschlossenen Raum in zwei Scalen, eine untere, Scala tympani, eine obere, Scala vestibuli. Nur die obere hat an dem ganzen Hohlraum der Schnecke, insbesondere an der Lagena Antheil und wir finden also auch hier analoge Verhältnisse, wie ich das bei der Lagena der Vögel gezeigt habe. Die Scala tympani dagegen ist hier ganz rudimentär, sie wird als ein ganz schmaler Raum direct von dem Periost der knöchernen Schnecke begrenzt; an sie grenzt die Fenestra rotunda.

Es ist mir mehr wie zweifelhaft geworden, ob der eben charakterisirte Hohlraum, wenigstens bei den von mir untersuchten Species, Otolithen führt, wie dies allgemein angegeben wird. Man sieht leicht, wie diese auf die einfachste Weise in denselben hineingelangen können. Bei möglichst vorsichtiger Präparation fand ich dieselben nicht und ich möchte diesen Befund schon aus dem Grunde für den normalen halten, weil das bei den Vögeln die Otolithen der Lagena tragende Gerüst (der intralagenale Theil der Lamina fenestrata) bei den Reptilien nicht vorhanden zu sein scheint.

Ich gehe zu der Beschreibung der einzelnen namhaft gemachten Theile über.

Der Knorpelrahmen an und für sich (Fig. 1 a) ist ein längliches Oval, nicht ganz regelmässig geformt, sondern gegen die Basis des Kegels hin etwas breiter beginnend. Er wird von zwei Schenkeln gebildet, welche beiderseits durch kurze

rundliche Bogen verbunden sind und von denen ich den der Lagena anliegenden den ersten, den gegenüberstehenden den zweiten nennen werde. Jener ist dicker und breiter, dieser etwas schlanker geformt; die sehr schwach convexe Krümmung beider zeigt keinen erheblichen Unterschied. Sie umschliessen demgemäss einen ovalen Raum, welcher in Folge der unregelmässigen Durchschnittsfigur beider Knorpel nicht überall gleichmässig gebaut ist, dagegen an der erhabensten Stelle des Knorpels (des Kegels überhaupt) mit einer regelmässig ovalen Oeffnung beginnt. Ungefähr in der Mitte der Schenkel geht von dem einen zum andern eine schmale knorpelige Brücke herüber, welche, wenn auch viel zarter und dünner, als der übrige Knorpel, doch sonst genau dessen histologische Charaktere zu tragen scheint. Indem diese schmale Brücke demnach aus dem von dem Knorpelrahmen umschlossenen Raum, zwei neben einander stehende, wenn auch unvollständig geschiedene, doch schon durch die übrigen Gewebtheile bezeichnete Räume macht, bewirkt sie eine erste und auffallende Differenz von der Schnecke der höheren Vertebraten. Man wird diese verstehen, wenn man sich in der Schnecke der Säugethiere, an irgend welcher Stelle, in der Mitte z. B. die ganze Lamina spiralis membranacea durch eine knöcherne Brücke ersetzt denkt.

Diese knorpelige Brücke trennt also nur die beiderseitig neben ihr gelegenen Theile der Membrana basilaris, sie trennt ferner die Hauptmasse des Nerven in zwei Hauptstämme; der ganze Raum der Scala vestibuli dagegen sowohl wie der Scala tympani bleiben einfach und ungetheilt; ihr Aus- resp. Eingang bleibt also der ovalen Oeffnung des ganzen Rahmens entsprechend. Die ganze Verbindung der einander zugekehrten Kanten beider Schenkel geschieht aber ausser durch die genannte Brücke durch eine sehr eigenthümliche Gewebsbildung, welche ich der Deutlichkeit wegen auch als Membrana basilaris bezeichnen werde, wenn sie auch von dem entsprechenden Theile der Vogel- und noch mehr der Säugethierschnecke in ihren Structurverhältnissen durchaus differirt.

Derjenige Knorpelschenkel, welcher dem eintretenden Ner-

ven zunächst liegt, um welchen der aus seinem Ganglion heraustretende Ast sich herumbiegt, also der erste, entspricht der Lage nach dem ersten (oberen) oder zahntragenden Schenkel der Vogelschnecke. Die genauere Untersuchung stellt der Durchführung dieses Vergleiches grosse Schwierigkeiten in den Weg.

Untersucht man eine Reihe auf einander folgender Durchschnittsbilder dieses Schenkels, welche durch ihn und die benachbarten Theile zugleich gelegt werden, so erhält man die in Fig. 4, 5, 6 auf einander folgend gezeichneten Bilder. Man erhält in jeder Lage eine mehr oder weniger unregelmässige Durchschnittsfigur. An der unteren Grenze entspricht eine spitze Kante der äusseren ovalen Oeffnung des ganzen Rahmens, der Grenze der Scala tympani. Nach oben dagegen, der Scala vestibuli zugekehrt, ist das Bild durch eine grosse abgerundet kegelförmige Erhabenheit ausgezeichnet. Dieser eigenthümliche Wulst ist eine fortlaufende Erhöhung des ganzen Knorpels, nicht wie es nach dem Durchschnitt, besonders wenn man diesen mit dem entsprechenden Theile der Vogelschnecke vergleicht, leicht scheinen könnte, eine Reihe neben einander gelegener Zähne. An beiden Endpunkten beginnt dieser Wulst ganz allmählig, steigt dann bis zur Mitte hin, wo er am höchsten ist und gegen die entgegengesetzte Seite hin wieder allmählig abfällt. Fig. 6 d, 5 a, 4 a erläutern dieses Verhalten und man wird die Aehnlichkeit mit der Seitenansicht eines Zahnes der Vogelschnecke nicht verkennen. Um so auffallender muss es erscheinen, dass trotz dieser nicht zu verkennenden Beziehung es nicht dieser Schenkel ist, sondern der entgegengesetzte, auf welchem die specifischen Sinnesapparate, die dem Corti'schen Organ entsprechenden Theile, ihre Befestigung haben.

Dieser Schenkel oder der zweite ist dünner, schlanker, ohne den mittleren Wulst und wenn auch von unregelmässigem, doch in seiner ganzen Länge von mehr constantem Querschnitt.

Beide Schenkel gehen, der mittleren Oeffnung zugekehrt, in eine spitzere Kante über, an welche sich das zwischenliegende Gewebe der Membrana basilaris inserirt, resp. sich in sie fortsetzt. An dieser Kante wird das Gewebe des Knorpels gleichmässiger hyalin und der Uebergang in die structurlose Masse der Membr. basilaris ist meist nicht scharf abgegrenzt. An dem ersten Knorpel wird diese Grenzgegend von den Enden des Schneckennerven in nebeneinander stehender Reihe durchbohrt; es entsteht also auch hier eine Habenula perforata, deren Oeffnungen aber so fein sind, dass sie eben nur durch Reste der bis hierhin noch dunkelrandigen Nervenprimitivfasern markirt werden, nach Entfernung dieser aber kaum sichtbar bleiben. Die mittlere knorpelige Brücke beider Schenkel wird von Nervenfasern nicht durchbohrt, indem, wie sogleich anzugeben, der Nerv in zwei grosse Stämme getheilt zu beiden Seiten dieser mittleren Brücke an die Habenula perforata herantritt.

In dem Gewebe des Knorpelrahmens werden dichtgedrängt kleine zellige Elemente erkannt, von einer sehr sparsam entwickelten, glänzenden, harten, etwas spröden Grundsubstanz getragen. Die Zellen sind sehr klein, unregelmässig rundlich, sich einer schwach entwickelten Spindel- oder Sternform annähernd, dagegen im Verhältniss der Grundsubstanz so zahlreich, dass wenn, wie gewöhnlich, nur die Lücken, in welchen die Zellen gelegen haben, zu erkennen sind, das Gewebe den Anschein eines dichten, soliden, engmaschigen Balkenwerkes erhält. Die Zellen sind sehr schwer in ihren Eigenschaften selbst genau zu erkennen; ich habe sie nicht isoliren können, ja mich nicht einmal von einer scharfen, die Zellmembran charakterisirenden und von der Grundsubstanz unterschiedenen Contour zu überzeugen vermocht. Meist ist der Anschein einfach der, als wenn zwischen den derben Balken der Zwischensubstanz kernartige Theile, von einem sparsamen Zelleninhalt umgeben, eingelagert wären. Die chemische Untersuchung des Gewebes habe ich einstweilen unterlassen. Dasselbe wird als Beispiel einer Knorpelart mit ausgesprochenem Uebergangstypus zu gewissen Formen des Bindegewebes, ebenso wie das entsprechende Gewebe der Vogelschnecke, in die Reihe der Uebergangsgewebe in der Bindesubstanzgruppe einzuordnen sein. Der Vergleich mit dem Gewebe der Zähne der Säugethierschnecke würde vor der Hand das Gewebe am besten charakterisiren.

Soweit ich sehe, ist der ganze Knorpel an sich selbst gefässlos; doch reichen an ihn, resp. an das ihn mit den Nachbartheilen verbindende Gewebe kleine Gefässe in nicht geringer Menge heran, welche in dem Tegmentum vasculosum etwas mehr verzweigt sind. Insbesondere wird die ovale Oeffnung des ganzen Rahmens von einem Gefässring umgeben, welcher aber auch nicht in den Knorpel selbst hereintritt. Ebenso wie der Gefässe entbehrt der Knorpel auch der Nerven, indem er diesen nicht einmal in der Art wie es bei der Vogelschnecke der Fall ist, zum Durchtritt dient. (Schluss folgt.)

Ein Fall simulirter Helminthiasis,

mitgetheilt von
Dr. Anton Schneider.

Unter den Eingeweidewürmern des Menschen führt man auch eine *Spiroptera* aus der Harnblase an. Es ist das Vorkommen dieses Wurmes nur einmal beobachtet an einem Mädchen in London in den Jahren 1809—12. Barnelt, der behandelnde Arzt, hat an Rudolphi Würmer und eine Reihe anderer aus der Harnblase entleerter Gegenstände überlassen.[1]) Seit Rudolphi und Bremser hatte Niemand diese Würmer genauer angesehen und so war ich nicht wenig begierig, dieselben kennen zu lernen.

Die Sammlung Rudolphi's ist bekanntlich in den Besitz des hiesigen zoologischen Museums übergegangen. Bei einer Untersuchung

1) Rudolphi, Entozoorum Synopsis, p. 250.

derselben fanden sich die von Barnelt übersandten Objecte in drei Flaschen vertheilt, ganz wie es Rudolphi am angeführten Orte beschreibt. Als ich zuerst die Würmer, die in der einen Flasche enthalten sind, unter dem Mikroskop betrachtete, musste ich bemerken, dass sie mir sehr wohlbekannt und nichts weiter als die sehr gemeinen *Filaria piscium autorum* (*Agamonema piscium* Dies.) waren. Unter diesem Namen werden mehrere Arten geschlechtsloser Rundwürmer beschrieben, welche in der Leibeshöhle und im Muskelfleisch verschiedener Seefische leben. Die hier vorliegende Art ist die gemeinste. Es bietet dieselbe eine Reihe äusserst charakteristischer Kennzeichen dar. Der Mund ist von 3 undeutlichen Lippen umgeben, deren eine einen Zahn trägt. Das Gefässsystem ist sehr eigenthümlich und kommt in dieser Gestalt nur bei wenig Nematoden vor. Der Oesophagus hat nach hinten eine blindsackartige Verlängerung. Nicht blos in diesen Punkten, sondern auch in den histologischen Details, auf welche ich die Vergleichung ausdehnte, stimmt die *Filaria piscium* mit dieser angeblichen *Spiroptera hominis* überein.

Nun ist aber dieser Wurm direct aus der Harnröhre resp. Harnblase geholt worden. Es fragt sich, wie er hinein gelangt. Ein Rundwurm, bestimmt in geschlechtlosem Zustande in Fischen zu leben, kann nicht ausnahmsweise in der Harnblase eines Menschen — überhaupt eines warmblütigen Thieres vorkommen. Alle unsere Erfahrungen über Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer schliessen eine solche Annahme aus. Vielmehr liegt der Verdacht sehr nahe, dass die Person die Würmer selbst hinein geschoben hat. Es ist bekannt genug, dass noch ganz andere Dinge in die Harnblase eingeführt worden sind. Die *Filaria piscium* konnte sich dieselbe in London, wo sie lebte, leicht verschaffen. Diese Würmer kommen zwischen den Eingeweiden und im Muskelfleisch der Seefische oft in grossen Mengen vor und sind an Orten, wo die Seefische ein gewöhnliches Nahrungsmittel bilden, Jedermann bekannt. Wie bekannt sie sind, kann man z. B. daraus ersehen, dass der Dorsch in Kopenhagen im Sommer nicht gegessen wird, weil er zu viel solcher Würmer enthält. Es kann demnach nicht auffallen, wird vielmehr erst erklärlich, dass die Person in 2 Jahren an 1000 Würmer entleerte und diese Betrügerei mehrere Jahre lang fortsetzte.

Ein zweites Glas enthält dünne, mehrere Zoll lange Streifen, die bereits von Rudolphi a. a. O. beschrieben werden. Rudolphi bezeichnet sie als Concrementa lymphatica. Ihre Structur und Abstammung kann ich nicht mit Sicherheit bestimmen. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass es langgeschnittene Streifen von Därmen sind.

Sollte man aber noch bezweifeln, dass hier ein augenfälliger Betrug vorliegt, so muss die dritte Flasche uns aller Zweifel entheben. Sie enthält runde, ziemlich feste Bläschen, welche durch das Katheter aus der Blase entfernt wurden. Barnelt hielt sie für die Eier des Wurmes, Rudolphi für „Concrementa lymphatica." Mit grösster Bestimmtheit lässt sich nachweisen, dass die Bläschen Fischeier sind. Es ist alles daran zu erkennen, was für Fischeier charakteristisch ist: die Facetten der äusseren Haut, darin noch die Zellen der Membrana granulosa, darunter die chagrinirte Haut, der Dotter endlich mit den grossen Fetttropfen.

Was die Kranke bestimmte, diesen Betrug auszuführen, lässt sich nicht entscheiden. Barnelt und Lawrence geben in ihrer ausführlichen Mittheilung dieses Falls keinen Anhalt, da sie offenbar niemals an die Möglichkeit eines Betrugs gedacht haben.

Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien.

Erste Abhandlung

von

Dr. Otto Deiters,
Privatdocenten an der Universität Bonn.

(Hierzu Taf. VI, VII, VIII.)

(Schluss.)

Als Verbindung der beiden gegenüber stehenden inneren Kanten des Knorpelrahmens, also als Membrana basilaris erkennt man ein Gewebe, welches nicht im Geringsten an die entsprechenden Theile der höheren Wirbelthiere erinnert. Eine feine, wie es scheint, structurlose Membran, welche diese Verbindung beiderseits neben der knorpeligen Brücke herstellt, schwillt ungefähr in der Mittellinie des ovalen Raumes zu einem sonderbaren glashellen Wulst an, der jedenfalls im histologischen System schwer eine Analogie finden dürfte. Es ist eine stark glänzende, hyaline, durchaus structurlose Masse, also zwei ganz gleich geformte Wülste, jederseits neben der knorpeligen Brücke gelegen. An jedem Winkel des ovalen Raumes beginnt der Wulst schwach ansteigend, erhebt sich dann bis über die Mitte hinaus, wo er gegen die Brücke hin wieder etwas steiler abfällt. In den gewöhnlichen Conservationsflüssigkeiten lässt er sich leichter in seiner wahren Gestalt erhalten, wie die übrige ausfüllende Masse, insbesondere wie die darauf gelegenen Zellen; Trübungen in Folge solcher Behandlung fand ich nicht. Soweit sich einstweilen absehen lässt, muss die Bildung den Glashäuten angereiht werden. An den Wulst heran, vielleicht ihn durchbohrend, treten die fein-

sten Enden des N. cochleae, über deren terminale Verhältnisse man schwer etwas ganz positives aussagen würde.

Auf dem Wulste sieht man eine dichtgedrängte Gruppe kurzer, cylindrischer Zellen sitzen, welche nicht nur die vollständige Höhe desselben einnehmen, sondern auch zu beiden Seiten desselben gegen jeden Schenkel hin gelegen sind. Diese Zellengruppe gehört den eigenthümlichen Zellen an, welche im Inneren des Gehörorganes eine grosse Rolle zu spielen scheinen, aber noch verhältnissmässig wenig bekannt sind. Auch hier wie an den anderen analogen Stellen, ist es mir bisher nicht möglich gewesen, diese Zellen so gut und scharf zu isoliren, um eine erschöpfende Beschreibung geben und sie alle als einander entsprechend ansehen zu können. Sie tragen (ob alle, lasse ich demnach unbestimmt) ein gerade aufsteigendes starres Haar, welches an Länge der der Zellen nicht ganz gleichkommt, und an welchem selbst bei der frischesten Untersuchung keine Bewegungen wahrgenommen werden. Zu beiden Seiten, am Boden des Wulstes, gehen diese Zellen in eine einfachere epitheliale Bekleidung der M. basilaris und auch der Knorpelschenkel über. Jenseits des Nerveneintrittes auf dem ersten Knorpelschenkel bekleidet diese den eben beschriebenen Wulst und besteht aus kleinen, polygonalen, indifferenten Zellformen, welche sich an die zellige Auskleidung der Lagena anreihen. Auf der entgegengesetzten Seite, also dem zweiten Schenkel, reicht diese epitheliale Bekleidung nur wenig über die Membrana basil. heraus, hier direct an die sogleich zu beschreibenden cylindrischen Körper stossend. Die mittlere knorpelige Brücke führt nur solche indifferente epitheliale Zellenformen.

Ich fahre fort mit den dem zweiten Knorpelschenkel zunächst aufliegenden Theilen.

Auch das Amphibiengehör besitzt das Analogon des Corti'schen Organes in einer Gruppe von Körpern, welche, wenn nicht das Mittelglied in der Schnecke der Vögel bekannt wäre, schwerlich in ihrer wahren Bedeutung würden erkannt werden. Auf dem zweiten Schenkel erheben sich unter ziemlich rechtem Winkel, die eine seitliche Wand des ganzen Schneckenkegels bildend, mehrere unregelmässig gestellte Reihen von zellen-

ähnlichen Gebilden, die, wenn auch die Bezeichnung nicht so genau passt, mit Rücksicht auf die entsprechenden Theile der Vögel, als cylindrische Körper bezeichnet werden können.

Im ganz frischen Zustande und unter Humor aqueus untersucht, erscheinen diese Körper als blasse, glashelle, nur wenig lichtbrechende Zellen, mit unregelmässig cylindrischem Zellkörper, mit einem ziemlich grossen, kreisrunden, ein punktförmiges Kernkörperchen führenden Kern und um diesen herum einem etwas dunklen und leicht körnig aussehenden Zelleninhalt. Schon im ganz frischen Zustande erkennt man ferner, dass meist der bauchige Zellkörper auf der einen oder der anderen Seite in eine Spitze ausgezogen ist und schon dadurch eine grössere Verschiedenheit in der Form der einzelnen Zellen unter einander bewirkt wird. Solche Ecken und Kanten, die man fast immer zu Gesicht bekommt, nehmen an Zahl und Deutlichkeit ab, je vorsichtiger und frischer untersucht wird und je vorsichtiger die Conservationsflüssigkeiten angewandt werden. Sie sind daher jedenfalls zum grössten Theile Kunstproducte, und der Körper ist, wenn auch schwierig, als ein unregelmässig cylindrisches zelliges Gebilde zu isoliren. Immerhin sind diese Theile unter einander höchst unähnlich und nur noch schwer an die auffallende Regelmässigkeit erinnernd, welche die entsprechenden Theile in der Säugethierschnecke und selbst noch bei den Vögeln auszeichnet. Die Grösse wechselt sehr und ebenso auch die Form. Sie liegen daher, wenn auch in ihrem Insertionspunkt in ziemlich gleicher Höhe gestellt, doch mit ihren Körpern zum Theil dicht neben einander, zum andern Theil aber einander überragend, so dass wenn dieselben von der Fläche gesehen werden, mehrere Reihen über einander gelegener Körper vorhanden zu sein scheinen. Die einzelnen Zellkörper liegen einander dicht an, sich so unmittelbar berührend, dass sie schwer isolirbar sind, und dass, bei Anwendung stärker contrahirender Reagentien, die einzelnen Zellen den Abdruck der benachbarten erhalten; auch daher ist ein Theil der meist gefundenen grossen Formverschiedenheiten erklärbar. Es kommt daher hier ganz besonders auf eine zweckmässige Anwendung der conservirenden Flüssigkei-

ten an. Ich fand verdünnte Chromsäurelösungen am geeignetsten. Um die Körper dem frischen Zustande möglichst ähnlich zu erhalten, benutzte ich derartige Lösungen von $^1/_{16}$ — $^1/_8$ — $^1/_4$ Gr. auf die Unze Wasser; die beiden ersten sind am besten. Es ist ferner zweckmässig, dasselbe Präparat allmählig steigend in stärkere Lösungenzu bringen, also z. B. von $^1/_{16}$ Gr. auf die Unze beginnend und alle 1—2 Tage wechselnd es zuletzt zu einer Lösung von $^1/_2$ Gr. auf die Unze zu bringen; auf diese Weise wird es möglich, selbst in diesen stärkeren Lösungen die Körper so naturgetreu zu erhalten, dass sie dem frischen Zustande möglichst entsprechen. Stärkere Lösungen sind allerdings zweckmässig, um auf Durchschnitten die Theile in der Lage zu erhalten; ihre wahre Beschaffenheit erhält man aber dadurch nicht. Aehnlich verhält es sich mit dem Holzessig, der für Durchschnittspräparate ganz vorzüglich ist, aber auch die einzelnen Körper weniger frisch erhält. Lösungen von doppeltchromsaurem Kali finde ich den Chromsäurelösungen nachstehend.

Ich habe auf die grosse und leichte Veränderlichkeit der Form dieser Theile besonders aus dem Grunde grösseres Gewicht gelegt, weil sie einen Schluss auf die physikalischen Verhältnisse derselben erlaubt. Man darf daraus auf einen, wenn auch zähen, consistenten, doch sehr weichen, nachgiebigen Zelleninhalt schliessen, der, wenn er durch äussere Ursachen in seiner Form verändert ist, die normale Gestalt schwer wieder anzunehmen geneigt ist. Ob man unter solchen Umständen von einer selbstständigen, isolirt denkbaren Zellmembran sprechen könne, ist wohl fraglich. Dagegen spricht ausserdem die schwere Isolirbarkeit der Zellen selbst, die äussere Begrenzung derselben, welche bei frischen Präparaten fast nie eine ganz s harfe Contour zu bilden pflegt, dann der gleich zu beschreibende Uebergang des Zellkörpers in einen jedenfalls soliden Stiel. Bilder, wie ich in meiner Abhandlung über die Vogelschnecke in Fig. 9 c eines abbildete, sind mir hier nicht zu Gesichte gekommen.

Man wird sich unter diesen Umständen den Körper am natürlichsten als eine zähe consistente homogene Masse denken,

deren Consistenz wohl gegen die Peripherie hin zunimmt, aber nicht durch eine so gleichmässige Erhärtungsschicht abgegrenzt wird, welche von ihr vollständig trennbar gedacht werden kann. Bei solchen Eigenschaften hält es schwer für diese Gebilde dieselbe physiologische Function sich als möglich zu denken, welche man gegenwärtig dem Corti'schen Organe der Säuger zuzuerkennen geneigt ist.

Ein weiterer und wesentlicher Unterschied von den entsprechenden Organen der Säugethiere und Vögel liegt in der Art des Ansatzes. Ich gab schon an, dass nicht alle Ecken und Spitzen, welche man an diesen cylindrischen Körpern meist wahrnimmt, als Kunstproducte gedeutet werden dürfen. Dem Ansatz zu, also dem zweiten Schenkel zugekehrt, sieht man fast sämmtliche cylindrische Körper in einen spitzeren, soliden Stiel sich fortsetzen (Fig. 9, 10), an dem man bestimmtere, schärfer unterschiedene Contouren erkennt. Ein solcher Stiel ist nicht immer blos der Ansatz eines cylindrischen Körpers, sondern meist sieht man an demselben (Fig. 10) mehrere solche angeheftet. Fig, 9 zeigt eine ganze abgelöste Gruppe dieser Zellen, wo man diese in viel grösserer Anzahl wie die zugehörigen Stiele wahrnimmt. An diesen Figuren erhält man auch ein Bild über die relative Länge und Dicke dieser Stiele. Dieselben erstrecken sich etwas weiter nach vorn über den Knorpel herüber und sind in nächster Nähe der Ansatzstelle der Membr. basilaris angeheftet. Auf dem Knorpel liegend erkennt man sie etwas schwer, so dass ich über die vielleicht obwaltenden Beziehungen zu dem N. cochleae kaum etwas näheres anzugeben im Stande bin. Es schien mir als wenn nicht alle cylindrischen Körper an ihrem Ansatz in solche Stiele übergingen, sondern als ob auch ein directer Ansatz derselben auf dem Knorpel vorkäme, so z. B. eine Zelle in Fig. 10. Täuschungen sind hier natürlich leicht möglich, da man ohne Zerzupfung über die näheren Verhältnisse dieser Körper schwer Auskunft erlangen wird. Auch glaube ich zwischen den Stielen zellige Theile von etwas verschiedener Structur wie die cylindrischen Körper, nämlich von spindelförmiger Gestalt annehmen zu müssen, die mir in ihren näheren Verhält-

nissen aber noch nicht genau genug bekannt geworden sind, um mehr darüber aussagen zu können.

Es wäre schliesslich der allseitigen Begrenzung der cylindrischen Körper Erwähnung zu thun, wobei ich der eigenthümlichen Verschiedenheit wegen auf die Schnecke der Vögel Bezug nehmen muss. Bei den Vögeln ist, wie ich in meiner Abhandlung über die Vogelschnecke gezeigt habe, der der Basis entgegengesetzte Ansatz der cylindrischen Körper ein sehr complicirter, indem er zum grössten Theile an einer glashellen Lamelle geschieht, welche ich Lamina fenestrata genannt habe. Diese Lamina ist seit meiner Mittheilung nur von Kölliker erwähnt worden in einer Abhandlung, welche den sog. embryonalen Schneckenkanal zum Object hat und welche auch einige Bemerkungen über die Schnecke der Vögel enthält.[1]) Die letzteren schliessen sich im Wesentlichen an meine Angaben an und es ist mir lieb gewesen, dort zu erfahren, dass gegen einige von mir aufgestellte vergleichend-anatomische Sätze die Entwickelungsgeschichte vor der Hand Nichts einzuwenden hat; in Betreff der Lamina fenestrata aber bleibt mir der Wunsch, dass Herr Prof. Kölliker diese sonderbare Bildung einer genaueren Bekanntschaft würdigen möge, als bis jetzt geschehen ist. Von der Existenz einer solchen Lamina fenestrata habe ich mich bisher bei den von mir untersuchten Reptilien nicht sicher überzeugen können. Sollte sie rudimentär vorhanden sein, so kann sie keinesfalls in einem so bestimmten Verhältniss zu den cylindrischen Körpern stehen, da man deren Begrenzungen ziemlich bestimmt verfolgen kann. Nur die innere Fläche dieser Körper ist frei gegen den inneren Hohlraum der Schnecke gerichtet, die Spitze derselben aber, welche gerade nach oben gekehrt ist, stösst hier direct an die Elemente der Membran, welche von dieser Begrenzungslinie ausgehend, die ganze hintere Wand des Schneckenkegels bildet und welche auch als Tegmentum vasculosum bezeichnet werden muss. Die eigenthümlichen Elemente dieses Theiles und die obersten Contouren der cylindr. Körper berühren sich unmittelbar.

Das Tegmentum vasculosum der Reptilien ist eine gerade

1) Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift. II. Bd. 1861.

gespannte Lage, dem Periost der knöchernen Schnecke angelehnt und den Schneckenraum frei begrenzend, an welcher, wenigstens bei *Lacerta*, keine Falten oder compactere Massen, wie bei der Vogelschnecke beobachtet werden können. Das Constituens dieses Daches ist ein loses lockeres Bindegewebe, dem Periost zugekehrt und an dessen innerer Fläche ein eigenthümliches Zellenparenchym, welches man als ein complicirtes Epithel auffassen kann. Das bindegewebige Stroma stösst einerseits (Fig. 4 rechts) direct an den Knorpel der Lagena, ohne ganz scharfe Grenze in diesen übergehend, während es auf der entgegengesetzten Grenze sparsamer wird und an die hintere Fläche der cylindrischen Körper sich anlehnend in das Periost sich verliert. In diesem Bindegewebe, den anderen Lagen sehr nahestehend, verzweigen sich Gefässe von kleinerem Kaliber in ähnlicher Weise, wenn auch nicht in so reichlichem Maasse, wie dies in dem Tegmentum vasculosum der Fall ist. Die meisten derselben verlaufen in der Längsaxe des ganzen Kegels. Das der inneren Fläche des bindegewebigen Stromas anliegende Zellenparenchym stimmt ziemlich genau mit den entsprechenden Theilen der Säugethiere und Vögel überein. Die äusserste Schicht, der Höhle zunächst, bilden kleine, dicht gedrängt stehende, cylindrische Epithelzellen, von der Fläche polygonal erscheinend, ohne eigenthümlichen Charakter. Zwischen diesen und dem eigentlichen bindegewebigen Stroma liegen dann in kleinerer Zahl, weniger dicht gedrängt, die eigenthümlichen Zellen des ganzen Gewebes, welche den Zellen der Stria vascularis der Säugethiere, denen des Tegmentum der Vögel entsprechend sind. Sie haben eine unregelmässig rundliche Contour, einen dunkeln körnigen Inhalt, führen aber kein Pigment. Die einzelnen derselben stehen etwas getrennt von einander, so dass die oben stehenden kleinen Epithelzellen zwischen denselben bis auf das Bindegewebe herabreichen können.

Ich fahre in der Beschreibung in der Reihenfolge, welche das Durchschnittsbild giebt, fort. Ziemlich genau an der Stelle, an welcher man eine hintere und seitliche Wand des Schneckenkegels unterscheiden kann, stösst das weiche, lockere

Tegmentum vasculosum wieder an das knorpelige Gerüst an, d. h. an die eigentliche Lagena. Indem die Lagena demnach die eine Seitenwand ganz bildet, dann unter einem Winkel in die vordere Wand übergeht, kann man sie im Ganzen als einen langen und breiten Halbkanal auffassen, dessen Wand einerseits in ihrer ganzen Länge in den ersten Knorpelschenkel übergeht und wo sie diesen überragt, allein das knorpelige Gerüst der Spitze des ganzen Kegels abgiebt. Der Uebergang der Wand dieses Kanals aus dem einen Knorpelschenkel ist ein so unmittelbarer, dass eine scharfe Trennung der auf den ersten Blick so sehr verschiedenen Gewebe nicht gemacht werden kann. An Flächenpräparaten tritt der Unterschied beider Gewebsarten deutlicher hervor. Auch in der Lagenawand erkennt man spindel- und sternförmige Zellen in einer homogenen soliden Grundsubstanz. Die letztere ist indessen weniger glänzend, weniger spröde und im Verhältniss zu den Zellen viel mehr entwickelt wie dies in dem Knorpelrahmen der Fall ist. Die enthaltenen Zellen erinnern hier vielmehr an gewöhnliche Bindegewebselemente und lassen sich als spindelförmige Körper mit deutlich rundlichem Kerne nicht eben schwer aus der Grundsubstanz isoliren. Da die Wand den pinselförmig ausstrahlenden Nervenästen des N. lagenae zum Durchtritt dient, so enthält sie entsprechende Lücken, Kanäle, welche auch nach Entfernung der enthaltenen Nerven deutlich bleiben.

An der inneren Seite dieser Wand findet man nun eine zellige Auskleidung, deren Elemente für die Lagena charakteristisch sind. Diese Elemente sind im Ganzen schwer zur Beobachtung zu bringen und noch schwerer zu isoliren und verlangen noch eine genauere Kenntniss als ich gegenwärtig zu geben im Stande bin. Soviel ich gegenwärtig sehe, hat man nur eine Lage von Zellen zu unterscheiden, entgegen der Lagena der Vögel, wo eine mehrschichtige Auskleidung wahrscheinlich wurde. Man findet kleine, kurze, cylindrische Zellen mit nicht ganz spitzer Basis dem Knorpel aufsitzend, welche ein starres unbewegliches Haar tragen. Haar und Zelle sind sehr leicht zerstörbar. An der Basis des eben beschriebenen kegelförmigen Wulstes, welcher dem ersten Knorpelschenkel

angehört, sieht man diese haartragenden Zellen in eine einfachere epitheliale Auskleidung übergehen, deren ich schon vorhin Erwähnung gethan habe. An der entgegengesetzten Seite stossen sie direct an die kleinen Epithelzellen des Tegmentum vasculosum.

Die bisherigen Erörterungen geben ein Schema, wie es im Allgemeinen auf die meisten Durchschnittsstellen passen würde. Dasselbe ist indessen nicht auf alle Regionen anwendbar, entsprechend dem verschiedenen Verhältniss, in welchem einestheils Knorpelrahmen und Lagena, anderentheils der ganze Schneckenkegel und der häutige Vorhof zu einander stehen. Ich habe zunächst des Verhältnisses des ganzen Kegels zu dem Vorhof zu gedenken.

Eine Communication ist hier jedenfalls vorhanden; die Lage der Otolithen, welche, wenn auch bei der vorsichtigsten Präparation im Vorhof zurückgehalten, doch ausserordentlich leicht in die Lagena hineingedrängt werden können, beweist das Vorhandensein einer solchen. Indess entspricht ein solches Communicationslumen wohl nicht der ganzen elliptischen Basis des Schneckenkegels. Es giebt ein häutiges Septum, von welchem schon Bojanus gesprochen hat; auch dafür würde die eben benutzte Lage der Otolithen sprechen, wenn man nicht annehmen will, dass diese durch eine andere Art, als bis jetzt erklärlich ist, an ihrem normalen Standort festgehalten werden. Ich habe über eine solche Möglichkeit bei der Betrachtung der Batrachier zu sprechen.

Es ist schwer, dieses Schlussverhältniss isolirt sichtbar zu machen. Auf jeden Fall lässt sich direct beobachten, dass an der Basis des Kegels die Wand dieses und des Vorhofes nicht in gerader Linie in einander übergehen, sondern in Form eines Septums nach innen vorspringen. Man sieht an dem dadurch entstehenden Winkel die zellige Auskleidung, besonders die cylindrischen Körper und die Zellen des Tegmentum vasculosum nach innen fortgesetzt. Auf diese Weise markirt sich schon an Flächenpräparaten diese Basis als eine dicke, solide Linie, auf welcher diese Zellen zu stehen scheinen. Bei der Untersuchung von Längsschnitten, welche hier das beste Re-

sultat geben müssen, habe ich mich bis jetzt nur überzeugt, dass ein solches Septum nicht die ganze Basis ausfüllen kann, dass also eine Oeffnung übrig bleibt, welche die Communication zwischen Schnecke und Vorhof vermittelt.

In unmittelbarer Nähe dieser Verbindungsstelle ist auf eine grosse, rundliche Erhabenheit des häutigen Vorhofes aufmerksam zu machen, welche mit einer entsprechenden Stelle in dem Steinsacke der Batrachier zu vergleichen wäre und welche mir auch aus dem Gehörorgan der Fische bekannt ist. Während nämlich in dem grössten Umfange die Wand des Vorhofes nur aus einem lockeren Bindegewebe mit grossen, pflasterförmigen Epithelzellen zusammengesetzt ist, erscheinen hier an der Vorderwand auf grösserem Umfang in rundlichem Kreise Elemente, welche denen des Tegmentum vasculosum zu entsprechen scheinen. Man sieht eng an einander gedrängte kleine cylindrische Zellen, zwischen denen zerstreut grosse rundliche Zellen wahrgenommen werden, der Art, wie sie in dem Tegmentum gefunden werden. Die letzten sind in ihrer Form ausserordentlich veränderlich und sehr leicht erhält man bei Anwendung stärkerer Reagentien sternförmige Bilder, welche Kunstproducte sind. Die ganze Stelle hebt sich ziemlich scharf markirt von dem übrigen Vorhofe ab; von einem hinzutretenden Nervenfaden habe ich mich nicht überzeugen können. — Die Verbindungsstelle zwischen Schnecke und Vorhof setzt sich unmittelbar in die Wand der Lagena fort. Etwas oberhalb derselben beginnt erst der Knorpelrahmen. An dieser Stelle sieht man dann die cylindrischen Körper um den Schlussbogen der Knorpelschenkel herumgestellt, mit ihren Spitzen nach dem Vorhof gerichtet und also dem Septum aufliegend. Sie erreichen hier beinahe den entgegengesetzten, ersten Knorpelrahmen. Man findet ein ähnliches Verhältniss an der entgegengesetzten Spitze des ganzen Kegels. Auch hier ragt die Wand der Lagena über den Knorpelrahmen herüber. Fig. 7 zeigt eine solche abgeschnittene Spitze jenseits des Knorpelrahmens. Man sieht die Cylinder noch eine Strecke weit heraufreichend, indessen nicht bis zur Spitze sich erstreckend. Man sieht ferner schon an einem solchen Flächenpräparate die Elemente des Tegmen-

tum durch eine ziemlich regelmässige Linie abgegrenzt. An der Spitze lässt sich also das Verhältniss so aussprechen, dass eine ziemlich gleichmässig gebaute, umschliessende Wand an ihrer inneren Fläche eine dreifach verschiedene zellige Auskleidung trägt, von der nur die Elemente des Tegmentum und die cylindrischen Lagenazellen die Spitze selbst erreichen, während die cylindrischen Körper, die noch auf dem Knorpelrahmen befestigt sind, etwas tiefer enden.

Ich habe zuletzt die Besprechung der Nervenverhältnisse folgen zu lassen. Man ersehe den gröberen Verlauf der Nerven aus den Abbildungen. Der eine Ast des N. acusticus theilt sich in drei Zweige, den der Lagena, den des Rahmens und einen dritten, welcher zu der Ampulle des hintern halbcirkelförmigen Kanales geht. An der Theilungsstelle befindet sich eine schon den früheren Autoren bekannte Anschwellung, ein recht eigentliches Ganglion cochleare. Die Structur desselben stimmt im Wesentlichen mit dem, was bei Säugethieren und Vögeln an der betreffenden Stelle bekannt ist. Es scheint mir, dass alle drei Aeste Nervenfasern erhalten, welche mit Ganglienzellen in Verbindung stehen.

Von diesem Bulbus aus erstreckt sich der mittlere Ast direct zum Knorpelrahmen; er theilt sich bald in zwei gleich grosse Zweige, welche um die mittlere Knorpelbrücke herum in je einen Abschnitt des von dem Rahmen umschlossenen Raumes treten. Indem diese an den ersten Schenkel herantreten, biegen sie sich um denselben, d. h. um seine untere Kante herum, sich nach innen erhebend, treten aber wenigstens als grössere Stämme nicht durch den Schenkel hindurch. Der weitere Verlauf, nachdem der Nerv die Ansatzstelle der Membrana basilaris erreicht hat, ist sehr schwer festzustellen. Die einzelnen Fasern treten jedenfalls in die Scala vestibuli ein an der Stelle, wo die innere Kante des Knorpels und die M. basilaris an einander stossen, es entsteht also hier eine Habenula perforata. Bis hierhin haben die Fasern dunkle Contouren, wenn auch sehr feine Dimension. Jenseits der Perforation sieht man feinste blasse Fäserchen in die Höhe treten, so difficiler Natur, dass ich über ihren weiteren Verlauf einstweilen

einen bestimmten Ausspruch nicht thun möchte. Nach dem, was ich gesehen, muss ich es für im höchsten Grade wahrscheinlich halten, dass diese hindurchgetretenen Nervenfäserchen, sich erhebend, zu den Zellen des beschriebenen mittleren Wulstes herantreten und hier ihr Ende finden. Den ganz bestimmten Beweis hierfür zu geben bin ich bis jetzt ausser Stande. Hält man aber auch ein solches Verhalten für wahrscheinlich, so wird man dasselbe doch in Ansehung des sehr dicken Nervenstammes und der verhältnissmässig geringen Anzahl dieser Zellen nicht für die einzige Endigungsweise des Nerven halten können. Geht also der Nerv zum Theil noch weiter, genauer ausgedrückt, tritt er zum Theil in nächste Nähe der cylindrischen Körper, so muss er den Wulst der M. basilaris durchbohren oder zwischen dem dicken Zellenparenchym hindurchtretend sich fortsetzen. Das letztere ist mir unwahrscheinlich. Spätere Untersuchungen werden hier vor Allem auf die mögliche Perforation ihr Augenmerk zu richten haben.

In Betreff des zur Lagena tretenden Astes, dessen gröbere Verhältnisse aus der Abbildung leicht ersichtlich sind, habe ich bis jetzt nur Verhältnisse gefunden, die sich an dasjenige, was ich in Betreff der Schnecke der Vögel mitgetheilt habe, zunächst anreihen. Auch hier tritt der Nerv in grösseren Stämmen durch den Knorpel der Wand, hier grössere, selbstständige Lücken ausfüllend. Die letzten Enden biegen sich etwas nach innen und sind mit dunklen Contouren bis nahe an die Grenze der inneren Fläche zu erkennen. Sie stossen hier, in blasse Enden auslaufend, direct an die kleinen haartragenden Zellen, und man ist auch hier auf einen obwaltenden Zusammenhang eigentlich mit Nothwendigkeit hingewiesen, wenn er auch nicht so direct beobachtet werden konnte. Ich habe schon erwähnt, dass ich mich hier von der Existenz zweier verschiedener Zellenarten, wie sie bei den Vögeln vorhanden sind, nicht habe überzeugen können.

Das eben gegebene Bild der Eidechsenschnecke schliesst, was die morphologischen Verhältnisse angeht, vieles schwer Verständliche in sich. Der Stand der Lagena, die Bedeutung der beiden Knorpelschenkel, der eigenthümliche Weg, den der

Nerv nehmen müsste, um zu den specifischen Sinnesapparaten zu kommen, die cylindrischen Körper selbst und ihre Stellung, alles das sind Verhältnisse, welche eine Aufklärung verlangen, die gegenwärtig schwer zu geben ist. Ich glaube nicht, dass ein genügender Erklärungsversuch sich gegenwärtig über die blosse Speculation erheben kann, so lange nicht die fehlenden Glieder in der Reihe nachgewiesen worden sind. Man wird diese unzweifelhaft in Formen finden, welche mir bis jetzt unzugänglich gewesen sind. Ich habe bis jetzt nur Formen untersuchen können, welche von der Eidechse an der absteigenden Reihe angehören. Beim Vogel konnten an der Schnecke zwei wesentlich coordinirte Theile unterschieden werden, Knorpelschenkel und Lagena. Die hier unverhältnissmässig schwächer ausgebildete Lagena ist nur eine Ausbuchtung der Schlusslinie des Rahmens. Ein Blick auf die übrige Thierreihe, soweit die gegenwärtigen Kenntnisse reichen, zeigt, dass je rudimentärer die Schnecke wird, desto mehr sich dieses Verhältniss umkehrt und desto charakteristischere Formunterschiede dieser beiden Theile auftreten. Darf man aus den bisher bekannten Ergebnissen einen Schluss ziehen, so ist noch bei den höheren Reptilienformen das Verhältniss ein ähnliches wie bei den Vögeln, besonders bei den Krokodilen, weniger bei den Schildkröten. Es wäre von dem höchsten Interesse, bei diesen Formen das Verhältniss der Lagena zu dem Rahmen, den Stand der cylindrischen Körper, die Existenz wirklich isolirter Zähne und einer Lamina fenestrata zu untersuchen. Ich habe bisher nur *Lacerta ag.*, *Anguis fragilis* und *Coluber. natrix* untersucht und bei den beiden letzten Formen die Elementartheile noch nicht mit vollkommen hinreichender Genauigkeit kennen gelernt. *Lacerta agilis* zeigt das vollkommenste, noch am besten verständliche Bild. Ein ovaler Knorpelrahmen mit deutlichem innerem Septum und mittlerer Brücke wird von einer unregelmässig kegelförmigen Lagena nur wenig überragt. Der Nerv des Rahmens spaltet sich in zwei Zweige. Man vergleiche damit die Schnecke von *Anguis fragilis*; vor Allem wird das veränderte Grössenverhältniss zwischen Lagena und Rahmen auffallen (vgl. Fig. 2).

Die Form der Lagena ist weniger geändert, immerhin etwas unförmlicher gebaut. Im Verhältniss zu ihr ist der Rahmen schon sehr klein von fast rundlicher Form mit rundlicher Oeffnung. Durch den Durchmesser der rundlichen Oeffnung zieht sich ein einfacher Wulst, dem entsprechend auch ein einfacher, ungetheilter Nervenzweig an den Rahmen herantritt. Der diesem Eintritt entgegengesetzte Halbkreis trägt cylindrische Körper, welche denen von *Lacerta* ähnlich sind.

Eine nächst tiefere Stufe in der absteigenden Reihe kann die Schnecke der Schlange repräsentiren. Die Lagena gewinnt noch mehr die Oberhand, der Rahmen tritt noch mehr zurück, behält aber die charakteristische Form wie bei *Anguis*. Die Modification des Grössenverhältnisses ist hier besonders auffallend. Die Spitze der Lagena erhebt sich über den kleinen Rahmen fast um das Doppelte des Volums desselben, der hier nur wie ein kleiner Anhang des grossen Lagenakegels erscheint. Während in den übrigen Formen die Gestalt der Lagena durch den anliegenden Rahmen beeinträchtigt, ihre Symmetrie verlor, sieht man sie hier als ein schön symmetrisch geformtes Oval sich erheben, das erst da zu beginnen scheint, wo der kleine runde Rahmen aufhört. In der runden Oeffnung des Rahmens habe ich ein deutliches Septum (einen Wulst) bis jetzt nicht mit Sicherheit wahrnehmen können, ebenso wie ich bei der sparsamen Anzahl von Exemplaren, welche ich bis jetzt untersuchen konnte, über die Existenz cylindrischer Körper nichts aussagen kann. Der herantretende Nerv ist einfach und klein, bedeutend kleiner wie der grosse Nervenstamm, welcher an die Lagena tritt und hier mit grosser Regelmässigkeit in der vorderen Wand derselben pinselförmig ausstrahlt. Eine vergleichende Untersuchung wird gewiss hier noch charakteristischere Uebergangsformen nachweisen. Das Batrachiergehörorgan schliesst sich dem eben angeführten eng an, wie sogleich aus einander zu setzen.

Mit Rücksicht auf das physiologische Bedürfniss wird die morphologische Stufenleiter vielleicht folgendermaassen festzustellen sein:

Die Schnecke des Säugethieres ist ein einziges, im Wesent-

lichen gleichmässig gebautes Organ; ein Analogon der Lagena ist vielleicht ausser ihr im Vorhof zu suchen; sie selbst entspricht wohl nur dem Knorpelrahmen der übrigen Thiere. Eine dünnhäutige Lamelle verbindet hier zwei einander gegenüberstehende Leisten, oben und unten einen grösseren Hohlraum begrenzend. Eine Reihe sehr sonderbar geformter Gebilde stehen auf ihr. Zuerst zahnartige Formen, durchaus symmetrisch gebaut, fest und solid, vorn mit breiter elastischer Spitze. Dann zwei Reihen verschiedenartig gebauter Tasten, auch diese fest, starr, elastisch, wenn auch dicht neben einander stehend, doch nicht so, dass eine Bewegung der einen auch die andern benachbarten berühren müsste, ganz den Tasten einer Claviatur in dieser Hinsicht vergleichbar. An ihnen befestigt andere stäbchenartige Theile, ganz besonders aber eine theils homogene theils reticulirte Lamelle, mit regelmässig geformten Maschen, die theils membranös ausgefüllt sind, theils Lücken darstellen. Diese trägt mehrere Reihen verschiedenartiger Zellenformen. Der ganze Apparat ist umsponnen von den Endverzweigungen des Nerven, welche mit den Theilen selbst nicht in geweblichem Zusammenhange zu stehen scheinen, und bedeckt von einer zweiten elastischen Lamelle, der M. Cortiana.

Anders bei den Vögeln. Ich spreche nur von dem Knorpelrahmen. Auch hier also zwei Leisten durch eine Membran verbunden. Die dem Nerven zunächst gelegene trägt noch Zähne, aber diese sind kaum noch symmetrisch gebaut, weniger fest und starr, ohne markirte Spitze, leicht zerdrückbar. Dem Corti'schen Organ entsprechen die cylindrischen Körper, zarte, leicht zerstörbare Gebilde, wenig elastisch, in ihrer Form leicht veränderlich, einer Zelle schon viel mehr ähnlich, wenn auch unter einander grosse Verschiedenheiten zeigend, so doch alle nach demselben Princip gebaut. Sie finden alle einzeln ihre Befestigung auf dem Knorpel und den Zähnen; sie berühren sich unmittelbar, so dass sie schwer isolirbar sind und dass schwer für jedes einzelne eine isolirte Erregung denkbar ist. Die beiden Deckmembranen (M. Cortii und Lamina velamentosa) sind hier durch eine einzige glänzende, elastische

durchlöcherte Membran (Lam. fenestrata) repräsentirt. Entgegen der unvollkommenen Ausbildung dieser Theile sind die jenseits gelegenen Zellen der Membrana basil. insofern vollkommner entwickelt, als sie einer Gegend entsprechen, die bei Säugethieren indifferente Epithelzellen trägt. Sie stehen wahrscheinlich mit den Enden des Nerven in Verbindung.

Vergleicht man damit die Schnecke der bis jetzt untersuchten Amphibien, so findet man noch unvollkommenere Ausbildung nach der einen, vollkommenere Ausbildung nach der anderen Seite hin. Ein schon bei den Vögeln vorhandenes accessorisches Organ die Lagena, deren Bau sie den Theilen des Vorhofes nahe stellt, gewinnt allmählig die Oberhand vor dem Rahmen, der eigentlichen Schnecke. Bei dieser sind die beiden Leisten dieselben; Zähne sind nicht mehr vorhanden; als letzte Andeutung derselben zeigt der dem Nerven zunächst gelegene Schenkel eine einfache langgezogene Wulstung, deren Durchschnittsbild einem Zahne vollkommen gleicht. Unter diesem Schenkel her zieht der Nerv zur M. basilaris. Die M. basilaris, besonders die auf ihr gelegenen Zellen sind hier in ganz eigenthümlicher Weise entwickelt; die Zellen denen der Lagena, also das ganze Verhältniss der Anordnung der Ampullen genähert. Die cylindrischen Körper zeigen Abweichungen in absteigender Linie. Die Zellennatur nur wenig verändert, ihre Form ganz unregelmässig, sehr veränderlich, ihre Lage zu einander eine ganz dichtgedrängte; die grosse Regelmässigkeit der Stellung, die noch bei den Vögeln erkennbar war, ist hier fast ganz verwischt. Die wichtigste Verschiedenheit aber zeigt die Befestigung. Sie stehen auf dem entgegengesetzten Knorpelschenkel gerade in die Höhe gerichtet, aber nicht mehr frei. Noch bei den Vögeln stehen dieselben frei in den Raum der Scala vestibuli mit ihrer Spitze an die Lamina fenestrata befestigt; den Reptilien scheint die Lamina fenestr. wenigstens in vollkommener Ausbildung zu fehlen. Die Spitzen der Cylinder stossen, direct in die Höhe gerichtet, an das Tegmentum vasculosum. Die auf dem Knorpel befestigte Basis aber zeigt eine Verschiedenheit, die sie von den höheren Formen durchaus unterscheidet. Der einzelne Cylinder ist

nicht mehr isolirt und selbstständig; man sieht mehrere an einem gemeinsamen Stiele befestigt und erst den Stiel auf dem Knorpel aufsitzend; der Nerv ist hier, wenigstens so lange er dunkelrandige Elemente führt, noch weiter von diesen Theilen entfernt, wie dies bei den Vögeln der Fall ist. Das Tegmentum vasculosum, bei den Säugern auf die schmale Stria vascularis reducirt, ist hier stärker entwickelt, wenn es auch die ausgezeichnete Ausbildung bei den Vögeln nicht erreicht.

Das innere Gehörorgan der Batrachier, in welchem man leicht das auf die beschriebenen Formen zunächst folgende Glied in der absteigenden Entwickelungsreihe erkennen kann, hat den bisherigen Untersuchungen in sofern einen nicht überwundenen Widerstand entgegengesetzt, als die wirkliche Schnecke mit ihren sämmtlichen wesentlichen Attributen von Niemanden gesehen worden zu sein scheint. Ich habe der wenigen darauf bezüglichen Bemerkungen anderer Autoren schon Erwähnung gethan; Leydig allein scheint den Knorpelrahmen gesehen zu haben.

Somit will ich denn an die Spitze stellen, dass auch bei den Batrachiern eine Schnecke vorhanden ist, welche sämmtliche wesentlichen Attribute so deutlich erkennen lässt, dass über die Deutung nicht der geringste Zweifel erhoben werden kann. Die Lage derselben ist allerdings etwas eigenthümlich und versteckt und ich habe selbst längere Zeit einen kleinen Höcker des Steinsackes für die Schnecke gehalten, der von einem eigenthümlichen Nervenfaden versorgt wird, ein Irrthum der auch einer anderen vorhin angeführten Beobachtung zu Grunde zu liegen scheint. Geht man von dem Nerven aus, so wird man bei einer Verfolgung der einzelnen Fäden bald auf diejenigen Theile geführt, welche man für der Schnecke entsprechend halten müsste, auch wenn die histologischen Charaktere nicht den unzweifelhaften Beweis gäben.

Die Verzweigung des Nerven ist etwas verwickelter als es nach den Beschreibungen der Handbücher scheint. So findet man bei Stannius: Der N. acusticus besitzt zwei Hauptzweige: einen R. vestibuli und einen zweiten Ast, der bei den

A. dipnoa nur für den Sacculus rotundus, bei den A. monopnoa, ähnlich dem R. cochleae der Säuger, für Sack und Schnecke bestimmt ist." Die Sache verhält sich nicht ganz in dieser Weise. Der Gehörnerv der Batrachier ist in zwei grosse Stämme getheilt. Der eine derselben giebt das eben erwähnte Aestchen zu dem Steinsack ab und geht dann weiter zu den neben einander gelegenen Ampullen des vorderen und horizontalen halbcirkelförmigen Kanales. Der andere fast gleich grosse Ast dagegen spaltet sich in 4 ungleich grosse Zweige von denen der eine zu der Ampulle des hinteren halbcirkelförmigen Kanales geht. Die übrigen Aeste gehören wenigstens zum Theile der Schnecke an und ich will schon hier erwähnen, dass man hier einen Knorpelrahmen, eine Lagena und einen dritten, schwer bestimmbaren Abschnitt zu unterscheiden hat, dessen Deutung mir nicht vollkommen gelungen ist. So klein diese Theile sind, so sind sie doch mit blossem Auge zu erkennen, und besonders deshalb unterscheidbar, weil hier das Periost, welches sie bedeckt, durch einen auffallenden Pigmentreichthum ausgezeichnet ist.

Die Hauptmasse des häutigen inneren Gehörorganes der Batrachier liegt in einer einfachen grossen, sinuösen Höhle, welche gegen die Paukenhöhle hin nur einen grossen, durch den Knorpel der Columella verschlossenen Eingang besitzt. Man hat nach einer zweiten Oeffnung, nach einer Fenestra rotunda gesucht, besonders aus dem Grunde, weil man sie mit der Existenz eines der Schnecke entsprechenden Organes eng verbunden glaubte. Ed. Weber hat in einer mir nicht zugänglichen Notiz (ich citire nach Stannius) darauf aufmerksam gemacht, dass bei Fröschen trotz des Mangels einer Schnecke eine durch eine Membran verschlossene zweite Oeffnung im Ausgange des Kanales, durch welchen der N. vagus aus der Schädelhöhle tritt, vorkommt. Stannius bestätigt eine solche bei einigen exotischen Fröschen. Ich glaube mich auch von einer zweiten sehr kleinen Oeffnung der Labyrinthhöhle überzeugt zu haben. Grosses Gewicht ist auf dieselbe wohl nicht zu legen. Es ist keine Verbindung mit der Paukenhöhle.

In der Nähe dieser Oeffnung aber liegt die Schnecke.

Die ganze Labyrinthhöhle enthält den Alveus communis mit den zu ihm gehörigen Enden der halbcirkelförmigen Kanäle und den grossen Steinsack, welche alle den Wänden der Höhle so locker anliegen, dass sie bequem herausgehoben werden können und dann kein Periost mehr zurückbleibt. Lage und Zusammenhang sind im Ganzen schwer zu erkennen. Man wird bei einer Oeffnung von unten her durch einen der Oberfläche des Knochens parallelen Schnitt die beste Uebersicht gewinnen, besonders wenn dieser Schnitt in der Höh der Fenestra ovalis geführt wird. Man erblickt dann gegen die Fen. ovalis gekehrt in der Tiefe den grossen Steinsack, an Grösse fast den ganzen übrigen Alveus überragend; auf diesem (also in Wirklichkeit nach unten gelegen) eine blassere, gelbliche Erhabenheit, durch einen Pigmentkranz markirt. Der Steinsack liegt also, in seinem Verhältniss zur ganzen Höhle aufgefasst, nach aussen und unten. Nach unten und innen, also grade an der inneren Fläche des Steinsackes sieht man eine unregelmässige schwärzliche Erhabenheit, die Schnecke; unter dieser sieht man den hinteren halbcirkelförmigen Kanal in seinen Knochenkanal umbiegen. Die andern beiden halbcirkelförmigen Kanäle, resp. ihre Ampullen liegen bei dieser Ansicht nach vorn (oben). Auch den Eintritt des Nerven sieht man bei dieser Ansicht von unten her erfolgend. Man erkennt die beiden Hauptäste, den ersten mit seinem Zweige zum Steinsack, den zweiten mit einem Zweige zu der Ampulle gehen. Die übrigen Aeste machen eine weitere Präparation und stärkere Vergrösserung nothwendig. Die wirkliche Lage dieser Theile in der grossen Höhle ist demgemäss verständlich. In den Alveus communis, also denjenigen Theil des häutigen Labyrinthes, welcher keine Otolithen führt und welcher die höchste Stelle in der knöchernen Höhle einnimmt, münden die fünf Ansätze der drei halbcirkelförmigen Kanäle. Am höchsten gelegen sind die Ampullen des vorderen und horizontalen Kanales, welche, unmittelbar neben einander stehend, sich in den Alveus öffnen. Die entgegengesetzten Enden dieser beiden Kanäle münden an ganz entgegengesetzten Stellen in den

Vorhof, der Art, dass das Ende des vorderen Kanales mit dem Ende des hinteren anastomosirt und mit einer einfachen Oeffnung an der hinteren Seite einmündet, das Ende des horizontalen Kanales aber unmittelbar neben die Ampulle des hinteren halbcirkelförmigen Kanals gestellt ist.

Unmittelbar in der Nähe dieser beiden Enden also zwischen ihnen und dem Steinsack liegt für die ganz einfache Beobachtung durch eine mässige längliche Erhebung, durch etwas knorpelige Härte und durch eine schwärzliche Farbe ausgezeichnet, die Schnecke der Batrachier. Während noch bei den höheren Reptilien die Schnecke einen mehr selbstständigen Anhang bildet, der nur an einer kleinen, circumscripten Stelle mit dem Vorhof communicirt, erscheint sie hier als eine nur unbedeutend über das übrige Niveau des Alveus erhabene Gegend, sie ist ein integrirender Theil der Vorhofswand geworden und ragt mit ihrer grössten Masse mit ihrem ganzen Lumen in das Innere des Vorhofes hinein. Auch in histologischer Hinsicht erkennt man eine unmittelbare Beziehung des Schneckengerüstes zu der Vorhofswand. Wenn man hinzunimmt, wie ich sogleich auseinandersetzen will, dass noch an manchen anderen Stellen der Vorhofswand ähnliche knorpelharte Stellen wie das Gerüst der Schnecke selbst, mit charakteristischer Form vorkommen und dass die Structur solcher Stellen sich an die halbcirkelförmigen Kanäle, welche in der Vorhofswand übergehen, annähert, so kann man die allgemeine Configuration des Alveus auch so aussprechen, dass die Wand desselben unter einem lockeren, dünnen pigmentirten Bindegewebe, ein derbes aus knorpelhartem Bindegewebe bestehendes Gerüst zeigt, welches an manchen Stellen in charakteristischer Weise geformt nach innen vorspringt und eine bestimmte morphologische Bedeutung erhält. Der hauptsächlichste Theil dieses Gerüstes ist die Schnecke. Der erste Blick zeigt seine vergleichend-anatomische Bedeutung. Von einem stark pigmentirten Periost bedeckt, sieht man hier ein in drei distincte Abtheilungen getheiltes Organ liegen, in dessen beiden vordersten Theilen man leicht Lagena und Knorpelrahmen wiedererkennt, während für den dritten Theil die Vergleichung einen bestimm-

ten Anhaltspunkt bis jetzt nicht bietet. Drei ungleich grosse Nervenfäden treten in der Reihenfolge zu diesem Apparate heran, dass der zuerst vom Stamme abgehende zur Lagena, der zweite sehr kleine zum Knorpelrahmen und der dritte zu der erwähnten accessorischen Abtheilung sich begiebt. Zwischen dem zweiten und dritten dieser Aeste geht der Ast ab, welcher die Ampulle des hinteren halbcirkelförmigen Kanales versorgt.

Indem ich die Beschreibung der Einzelheiten folgen lasse, will ich auch hier bemerken, dass der Schwierigkeit der Präparation gemäss die genaue Erforschung sämmtlicher Eigenschaften und Lagerungsverhältnisse der Elementartheile mehr Zeit und Mühe erfordert, als der Frage ein Einzelner füglich zuwenden kann, und dass ich daher manche Einzelheiten einstweilen unerledigt lassen muss.

Die Schnecke selbst zeigt bei den Batrachiern zum ersten Male eine fast vollständige Trennung ihrer beiden Hauptabtheilungen. Nachdem vom Vogel an durch die Reihe der Reptilien die Lagena eine immer grössere Selbstständigkeit erlangt hatte, der Knorpelrahmen aber, die eigentliche Schnecke, immer mehr zurücktrat, aber beide zusammen eine und dieselbe Wand bildeten, liegen dieselben hier in fast vollständiger Trennung neben einander, nur an einer Stelle und auch hier nicht in ganzer Dicke in einander übergehend. Wir haben also nicht mehr den rings geschlossenen Kegel, dessen Wand Lagena und Rahmen einnehmen, sondern können das ganze Schneckengerüst als einen unregelmässig geformten Halbkanal auffassen, dessen Oeffnung unmittelbar dem Lumen des Alveus angehört und dessen Convexität bei der einfachen Flächenansicht nach oben gelegen ist. Man erhält bei der Flächenansicht ein Bild, wie es in Fig. 11 g f h dargestellt ist. Nach unten und aussen erscheint die Lagena, von ihr getrennt ein runder Rahmen mit runder oder etwas ovaler Oeffnung, beide Theile bedeckt und umsäumt von einem pigmentreichen Bindegewebe, welches die Oeffnung frei lässt und welches namentlich durch einen mittleren Streifen die Trennung beider Theile noch augenfälliger macht. Ich ignorire einstweilen die

dritte Abtheilung (Fig. 11 b, Fig. 16), welche vielleicht nicht zur wirklichen Schnecke gehört. Ein Längsdurchschnitt, senkrecht durch beide Theile geführt, giebt ungefähr das Fig. 15 gezeichnete Bild. Es wird durch Vergleichung beider Ansichten möglich, eine Einsicht in die wirkliche Structur zu erhalten.

Die Lagena ist eine nicht ganz regelmässig ovale Schale mit mässig dicker, glatter Wand und einem inneren grossen Lumen, welches in die Höhle des Alveus communis sieht. Aeussere und innere Fläche der Wand stimmen nicht ganz überein; die innere ist an manchen Stellen, besonders wo das charakteristische Epithel gelegen ist, etwas vorspringend. Die Begrenzungen, das Lagerungsverhältniss, die Stelle des eintretenden Nerven, erkennt man aus der Abbildung. Die ganze Convexität stösst an das lockere sehr pigmentirte Bindegewebe des Alveus. Nur an der einen Stelle sieht man einen unmittelbaren Uebergang in das Gewebe des Knorpelrahmens. Diese Uebergangsstelle liegt nicht ganz in der Höhe der Convexität, sondern etwas tiefer; man erkennt daher schon mit blossem Auge an dieser Uebergangsstelle eine kleine Einkerbung, welche das hier noch stärker pigmentirte Bindegewebe auskleidet. Erst an Durchschnitten erkennt man den wirklichen unmittelbaren Uebergang. Das Gewebe der Lagenawand ist dem constituirenden Gewebe der halbcirkelförmigen Kanäle ähnlich, nur noch solider. Es ist ein fast knorpelhartes Bindegewebe mit fester, ganz homogener glänzender Grundsubstanz, in welcher man sternförmige zellige Elemente mit kleinem Zellkörper und langen Ausläufern unterscheiden kann. Pigmentirt sind diese Zellen nie. Die Wand wird von den Verzweigungen des von unten her eintretenden Nervenstammes durchbrochen, welche hier in bekannter Weise pinselförmig ausstrahlen und mit ihren feinsten Enden sich der inneren Grenze der Wand nähern und hier fein auslaufend, ihre dunkle Contour verlieren. Sie nähern sich hier einem eigenthümlichen Epithel, zu dem sie vielleicht in nächster Beziehung stehen. Nicht an allen Stellen der Lagena ist das Epithel ein gleichmässiges. An den Stellen, welche den Nervenverzweigungen nicht entsprechen,

also der Oeffnung des Lumens und dem Uebergang in benachbarte Theile zunächst findet man ein indifferentes Pflasterepithel mit kleinen rundlichen Zellen. Complicirter wird das Verhältniss, wo das Epithel dem Nerven gegenübersteht. Das Epithel ist hier schwierig zu studiren, da die passenden Durchschnitte schwer zu erhalten sind und an anderen Präparaten gar zu leicht Täuschung statt finden kann. Vor Allem finden sich hier cylindrische mit spitzer Basis der Wand aufstehende Zellen, welche regelmässig eine, vielleicht auch mehrere starre Haare tragen. Zwischen ihren Ansätzen scheint sich eine zweite Lage kleiner Zellen zu befinden, deren Kerne nicht eben schwer zu sehen sind, die ich aber noch nicht in vollkommener Integrität habe erhalten können. Die Spitzen der cylindrischen Zellen stehen an der inneren Wand der Lagena in nächster Beziehung zu den feinen Nervenenden des Lagenanerven. Ob ein Zusammenhang vorhanden ist, möchte ich nicht so bestimmt behaupten. Ich glaube, dass hier die Ansicht auf Durchschnitten immer eine etwas zweifelhafte bleiben wird. Man kann nicht eben schwer oft genug das Nervenende bis an die äusserste Grenze der Wand soweit verfolgen, dass die dort sitzende Epithelzelle die unmittelbare Fortsetzung zu bilden scheint. Man kann ferner an Stellen mit abgehobenem Epithel die Nervenenden sich in das innere des Lagenaraumes als sehr feine varicöse Fädchen erheben sehen. Der bestimmte Beweis der Endigung des Nerven in das Epithel würde wohl erst gegeben sein, wenn es gelänge, eine isolirte Zelle in einen Nervenfaden zu erfolgen. Indess schon so erkennt man, dass die Verhältnisse mit den bei den Vögeln gefundenen übereinstimmen und dass demnach für die Lagena ein ganz gleichmässiges Princip der Structur besteht, welches in der Structur der Ampullen der halbcirkelförmigen Kanäle einstweilen seine beste Analogie findet. Auch der Knorpelrahmen selbst nähert sich hier mehr diesem Princip und es ist gewiss von Bedeutung, dass' je mehr die eigentlichen charakteristischen Formelemente der Schnecke selbst (Corti'sches Organ etc.) in der Thierreihe rudimentär werden und endlich, wie es hier der Fall zu sein scheint, ganz fehlen,

dass desto mehr in der Schnecke eine Bildung in den Vordergrund tritt, welche der Structur nach den Elementen der Ampullen, also des Vorhofes sich nähert.

Die Höhlung der Lagena, die nach oben durch kein Tegmentum vasculosum verschlossen ist, ist wohl nur mit Flüssigkeit erfüllt; bei vorsichtigster Präparation, also bei erhaltenem Steinsack findet man in ihr keine Otolithen. Auch eine Fortsetzung der sogleich zu beschreibenden Lamina fenestrata in die Lagena findet nicht statt. Diese gehört wesentlich dem Knorpelrahmen und dem dritten accessorischen Theile an.

Der Knorpelrahmen selbst (Fig. 11 f, Fig. 12, Fig. 14) ist ein fast kreisrunder Ring mit einem rundlichen oder etwas länglichen Lumen. Er schliesst sich in seiner Form dem entsprechenden Rahmen der Schlange an. Es ist ein solider Ring, dessen Gewebe dem der Lagena, in welches er einerseits direct übergeht, entsprechend ist. Von aussen nach innen ist dieser Ring etwas länglich gebaut, also seine Masse dick; doch ist dies nicht ganz gleichmässig, während nach oben beide Halbmesser des Kreises in ziemlich gleichem Niveau stehen, also eine ebene Fläche bilden, scheint nach innen der obere Halbmesser etwas mehr vorzuspringen. Man vergleiche die Durchschnittsfigur, bei der allerdings die Stelle des Lumens nicht ganz getroffen ist. Der Rahmen hat also, anders wie die nur einseitig offene Lagena ein äusseres und ein inneres Lumen. Gäbe es bei den Batrachiern eine Oeffnung durch welche die Schnecke selbst mit den schallleitenden Apparaten in directer Verbindung stände, gäbe es eine einem Foramen rotundum entsprechende innere Oeffnung, sie müsste der äusseren Oeffnung dieses Knorpelrahmens correspondiren. Eine solche Communication giebt es aber bei den Batrachiern nicht mehr. Der Knorpelrahmen ist das allereinfachste Schema des Schneckenkanals. Ein einfacher, gleichmässiger Ring, bei dem man nicht mehr von zwei constituirenden Schenkeln sprechen darf, umschliesst einen Raum, der hier auch einfach geblieben ist. Von einer getrennten Scala tympani kann man nicht mehr sprechen. Die Oeffnung des Ringes wird von einem Periostbelag verschlossen. Geht man davon aus und berücksichtigt

man zugleich die versteckte Lage dieser Theile, so hat man wohl wenig Veranlassung mehr nach einem Foramen rotundum zu suchen. Sollte die oben erwähnte feine Oeffnung einem Foramen rotundum entsprechen, so käme ihr diese Bedeutung nur als ein Rest einer anderweitig höher entwickelten Bildung zu, nicht aber insofern, als sie eine selbstständige Communication der Schnecke mit den schallleitenden Apparaten vermittelte. Auch insofern ist hier die Schnecke ein integrirender Theil des Vorhofes geworden, in dessen Raum sie so unmittelbar übergeht, dass nicht einmal ein Verschluss durch eine einem Tegmentum vasculosum entsprechende Bildung stattfindet. Ein solches Dach ist hier nicht vorhanden und kann auch nicht in der bei den höheren Gattungen entwickelten Weise vorhanden sein, weil Lagena und Rahmen fast vollständig getrennt sind. Es scheint indess doch ein Analogon eines Tegmentum zu geben, und um ein solches zu verstehen, muss man festhalten, dass das morphologische Princip dieses Theils weniger bloss in der Ueberdachung der Scala vestibuli liegt, wie bei Vögeln und Reptilien, sondern dass es wesentlich auf ein reichverschlungenes Capillargefässsystem ankommt, welches von einem Parenchym eigenthümlicher grosser körniger Zellen getragen wird (Stria vascularis der Säuger). Insofern glaube ich einen kleineren, nach innen von dem Knorpelrahmen abgehenden Recessus, der wirklich einen Epithelialbelag von den genannten eigenthümlichen Zellen, und dazu gehende Capillargefässe zeigt, als das Analogon des Tegmentum vasculosum auffassen zu dürfen. Man vergleiche darüber Fig. 12b, 15e. Eine membranöse Verbindung des Lumens des Knorpelrahmens, also eine Membr. basilaris oder geradezu eine Lamina spiralis giebt es nicht mehr; die specifischen Theile sind auf einen Epithelialbelag des inneren Raumes des Rahmens reducirt, der an einer Stelle der Lagena zugewendet und dieser zunächst, charakteristischere Formen zeigt. Cylindrische Körper auf dem entgegengesetzten Halbmesser des Ringes finde ich nicht. An der Stelle, wo ein einfaches feines Nervenfädchen zu dem Knorpelrahmen tritt, sieht man längliche cylindrische Zellen der inneren Oberfläche aufsitzen, an denen auch Haare

wahrgenommen werden können. Im Uebrigen besitzt die innere Fläche des Rahmens ein einfaches Epithel kleiner rundlicher Zellen, welche zuweilen etwas pigmentirt sind. Das feine Nervenfädchen besitzt bis fast zur Grenze der inneren Lagenawand dunkelrandige Fasern, die hier ein wenig auseinander treten, ihre dunkle Contour, indem sie sich zuspitzen, verlieren und mit feinster Spitze an der Grenze zu endigen scheinen, unmittelbar einer der genannten Haarzellen gegenüber. Man darf wohl auch hier einen Zusammenhang voraussetzen. Man kann demgemäss auch bei dem Rahmen selbst die specifischen Elemente einer Anordnung gegenüber zurücktreten sehen, welche auch ihn wesentlich zu einem dem Vorhof zugehörigen Theile macht.

Unmittelbar nach oben und vorn auf den Knorpelrahmen folgend, findet man in der Wand des Vorhofes das in Fig. 11 h und Fig. 16 gezeichnete Gerüst, welches ich schon erwähnte und welches einen eigenen grossen Nervenfaden erhält.

Auch dieses Gerüst ist eine länglich ovale Schale, fast noch einmal so lang als der Rahmen und mit seinem Längsdurchmesser senkrecht auf letzteren gestellt. Ein mittlerer Wulst trennt die Schale in zwei ungleich grosse Hälften, deren grössere dem Steinsack zunächst liegt. Ueber diesen Wulst herüber tritt der verhältnissmässig grosse Nervenzweig, der sich dann theilt und zu jeder der beiden Hälften herabtritt. Seine Endäste stossen auch hier an lange, cylindrische, der Wand innen ansitzende Zellen, welche hier ein sonst indifferentes Epithel unterbrechen und an welchen ich haarförmige Anhänge bis jetzt nicht wahrgenommen habe. Diese Zellen sind grösser als die entsprechenden des Rahmens und der Lagena, haben einen etwas dichteren, trüberen Inhalt und einen grossen, runden Kern; man könnte sie den cylindrischen Körpern vergleichen wollen, denen sie aber wohl nicht entsprechen. Ihre Ansatzstelle bildet einen etwas erhabenen Wulst der inneren Oberfläche der Wand. Auch hier sieht man die Nervenenden spitz zulaufend und ihre dunkle Contour verlierend, diese innere Fläche erreichen.

Ob nun dieser Theil wesentlich zur Schnecke gehört oder

nicht, ist sehr schwer zu bestimmen, da die Vergleichung fehlt und da insbesondere bei den Reptilien nichts Analoges aufgefunden werden konnte. Vielleicht wird hier die Untersuchung des Fischgehöres Aufklärung bringen. Bedeutungsvoll für die Erklärung ist hier auf der einen Seite der Umstand, dass der Theil fast gerade der Einmündungsstelle der Ampulle des hinteren halbcirkelförmigen Kanales und des Endes des horizontalen gegenüber gelegen ist und dass sich, wie ich gleich angeben werde, an den übrigen Einmündungsstellen auch ähnliche Verhältnisse der Vorhofswand vorfinden. Auf der anderen Seite aber verdient berücksichtigt zu werden, dass der Rahmen und die Wand dieses Theils in unmittelbarer Continuität stehen, dass die beiderseitigen inneren Räume unmittelbar zusammenhangen, vor Allem, dass die Lamina fenestrata beiden genannten Theilen zusammen angehört. Eine bestimmte Erklärung ist demgemäss einstweilen nicht zu geben.

Im Inneren dieser beiden letztgenannten Theile liegt eine Lamina fenestrata analog derjenigen, welche ich bei den Vögeln fand, die aber, wenigstens in solcher Ausdehnung, bei den Reptilien nicht vorhanden ist. Es ist eins der zierlichsten Gebilde, welche dem Mikroskopiker aufstossen können und findet bisher, wenigstens was die Wirbelthiere angeht, wenig Analogie. Die Lamina fenestrata der Batrachier scheint den Zellen dieser beiden Standorte unmittelbar anzuliegen, so locker jedoch, dass sie ausserordentlich leicht im Zusammenhange von ihnen zu entfernen ist und isolirt eigentlich nie Spuren ihres Befestigungsortes mehr erkennen lässt. Die Lageverhältnisse sind daher sehr schwer festzustellen. Vergänglicher wie die meisten analogen Theile, in den meist benutzten Erhärtungs-Flüssigkeiten schwer conservirbar, ihre Lage bei der geringsten Berührung verlassend und im Innern eines Theiles gelegen, der nur eben noch mit blossem Auge erkennbar ist, ist diese Membran einer eigentlichen Präparation kaum zugänglich und es ist mehr vom Zufalle abhängig, ob und in welcher Lage dieselbe überhaupt angetroffen wird. Ich mache darauf besonders aufmerksam, weil vielleicht Mancher, der sich für diese Bildung interessiren sollte, lange vergeblich suchen könnte.

Die Lamina fenestrata ist wie bei den Vögeln eine helle, glänzende Glasmembran, ohne jede Andeutung einer Structur, die die Entwickelungsgeschichte wohl als eine Cuticularmembran darstellen wird. In durchaus unveränderter Gestalt erhält man dieselbe eigentlich nur bei ganz frischer Untersuchung in Humor aqueus; Wasser, Zuckerlösung etc. erhalten sie schlecht. In den verschiedenen Lösungen der Chromsäure und des doppelt-chromsauren Kalis ist sie wohl zu erhalten, doch meist geschrumpft und nicht mehr mit normalen Charakteren.

Wenn man diese Membran isolirt und glatt ausgespannt vor sich liegen hat, so erhält man ungefähr das in Fig. 13 gezeichnete Bild. Meist findet man sie indess aufgerollt und gefaltet, die Verhältnisse im Ganzen nur schwer zeigend, und sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der entsprechenden Bildung bei den Vögeln, welche die inne gehabte Lage auch isolirt viel entschiedener fest hält. Es ist eine lange dünne Membran, welche nicht in allen ihren Gegenden gleichmässig gebaut ist. Den Rändern zunächst erscheint die vordere Partie in ziemlich regelmässige radiäre Falten gestellt, welche eine fast kreisförmige Peripherie beschreiben. Hier ist die Membran noch mehr homogen und nur sparsam durch Löcher durchbrochen. Diese nehmen zu nach innen von den Falten und dann über den ganzen mittleren Theil der Membran. Hier hat man ein einfacheres Maschenwerk, grosse rundliche Löcher von schmalen, an manchen Stellen auch breiten, membranösen, allerorts aber glänzenden, hyalinen Balken umgeben. Nach hinten zu nehmen die Oeffnungen wieder an Zahl und Grösse ab und man erhält wieder eine grosse, fast homogene, etwas weniger glänzende Partie, welche durch eine eigenthümliche feine Streifung ausgezeichnet ist. Die verschiedenen Ansatzstellen dieser Membran betreffend, so scheint mir der vordere grossfaltige Theil dem Knorpelrahmen anzugehören. Man findet oft das in Fig. 12 gezeichnete Bild. Die Membran muss also in der Mitte eine Krümmung machen, um in den anderen Theil zu kommen und auch in diesem kann sie an glücklichen Präparaten gesehen werden. Ich nahm sie nur in der grösseren der beiden Abtheilungen dieser Partie wahr.

Ich schliesse damit die Betrachtung der Schnecke der Batrachier und füge nur noch wenige Bemerkungen über die übrigen Gegenden des Alveus und über den Steinsack hinzu. Die übrigen Gegenden des Alveus communis bieten nur zum geringen Theile wirkliches Interesse dar. Die innere Höhle wird im Ganzen von einem gewöhnlichen, lockeren, etwas pigmentirten Bindegewebe umschlossen, welches an seiner Innenfläche ein einfaches Pflasterepithel mit grossen polygonalen Zellen trägt. Otolithen enthält die Höhle nicht. Im Umkreis derselben finde ich ausser der eben beschriebenen Schnecke noch zwei Stellen, welche charakteristischere Eigenthümlichkeiten zeigen. Das eine ist ein rundlicher Recessus, in welchen die beiden neben einander stehenden Ampullen des vorderen und des horizontalen halbcirkelförmigen Kanales einmünden. Dieser Recessus wird von ähnlichem verdichteten Bindegewebe umgeben wie Knorpelrahmen, Lagena etc., welches eine elliptische Schale bildet, die unten etwas eingeschnürt ist, oben etwas weiter, die beiden Ampullen aufnimmt. Ehe sich der grosse Nervenstamm in die beiden für die Ampullen bestimmten Fäden theilt, giebt er zur Wand dieses Recessus Fäden, an denen bis jetzt kein anderes Verhalten gefunden wurde, wie in dem beschriebenen accessorischen Theile der Schnecke. Auch hier wird das Pflasterepithel durch ein dichteres Cylinderepithel ersetzt. Dieser Theil bedarf noch genauerer Untersuchung. Ein Gleiches gilt von einer ähnlichen Anordnung, die ich an der Insertionsstelle der Enden des vorderen und hinteren halbcirkelförmigen Kanales finde.

Ich will zuletzt des Steinsackes Erwähnung thun. Es ist ein grosser, runder, dichtgefüllter weisser Anhang des Alveus communis, der bei oberflächlicher Untersuchung des Gehörorgans das zunächst in die Augen fallende ist. Seine Lagerungsverhältnisse gab ich schon an. Es ist, wie ich glaube, die einzige Lagerungsstätte der Otolithen, welche an diesem Orte in nicht ganz erklärlicher Weise festgehalten sind. Denn dass auch hier Steinsack und Alveus communis in unmittelbarer Verbindung stehen, darf wohl unzweifelhaft angenommen werden. Und trotzdem treten die Otolithen bei ganz vorsichtiger

Präparation nicht in den Alveus über. Der ganze Steinsack ist eine einzige grosse, ringsgeschlossene Höhle, die Otolithen enthaltend, welche von einer nicht überall gleichmässig gebauten Membran umgeben ist und welche einen eigenen Nervenfaden erhält. An einer circumscripten Stelle (Fig. 11 e) zeigt die Wand eine ziemlich grosse, rundliche Erhabenheit, deren Peripherie durch einen schwärzlichen Pigmentkranz schon für das blosse Auge bezeichnet ist, und die sich durch eine etwas gelblichere Färbung auszeichnet. Zu dieser Erhabenheit tritt der Nervenstamm. Während man im übrigen Umfange der Wand nur ein lockeres, etwas pigmentirtes Bindegewebe mit einem inneren Belege eines einfachen grosszelligen Pflasterepithels unterscheiden kann, sind an dieser Erhabenheit die Verhältnisse verwickelter. Schon das constituirende Gewebe der Wand erinnert hier an die Form des Bindegewebes, die man in der Wand der Kanäle und auch der Schnecke findet. Auf dem Durchschnitt erscheint hier die Wand als eine ziemlich steile Erhöhung, mehr wie doppelt so dick als die übrige Wand des Sackes und von den Verzweigungen des Nerven durchbohrt. Auch hier werden Pigmentzellen in der Wand gefunden. Die innere Fläche der Wand wird von einem complicirten Epithel bedeckt. Die äussersten der hier gefundenen Epithelzellen, also die welche den Otolithen zunächst liegen, sind längliche, ja cylindrische Zellen, welche wahrscheinlich Haare tragen; auf diese folgen nach hinten rundliche kleinere Zellen, unter denen einzelne von ganz ausgezeichneter Form. Es sind das die in Fig. 11 bei e gezeichneten rundlichen, schwärzlichen Zellen, welche ziemlich dicht mit kleinen scharfen, dunkeln (Pigment?) Körnchen erfüllt sind. Ich glaubte in diesen Körnchen anfangs Kalkkörnchen erkennen zu dürfen, wodurch die Zellen vielleicht eine grössere Bedeutung erlangt hätten. Doch ist hier eine mikrochemische Probe aus leicht begreiflichen Gründen sehr misslich. Jedenfalls habe ich die Zellen an Chromsäurepräparaten nicht wiederfinden können. Sie müssen ganz frisch untersucht werden. Man findet dieselben nicht im ganzen Umfange der zu beschreibenden Erhabenheit, sondern nur in deren Mitte, wo sie auch nicht ganz

gedrängt, sondern mehr zwischen die übrigen Zellen eingelagert erscheinen.

Auch im Steinsack fand ich eine der Lamina fenestrata ähnliche Bildung, wenn auch bis jetzt nur in Rudimenten. Den innersten der beschriebenen cylindrischen Epithelzellen liegt jedenfalls eine solche gefensterte Cuticularbildung auf, welche die unmittelbare Berührung derselben mit den Otolithen verhindert. Aber auch ganz aus dem Sack entfernte Otolithenhäufchen sah ich häufig einer glashellen derartigen Masse aufliegen, die mir mit der den Zellen anliegenden nicht ganz übereinzustimmen schien. Gehörte eine solche dem Inneren des Sackes wirklich an, so wäre damit ein lockeres Bindemittel der Otolithen gefunden, welches selbst bei offener Communication des Steinsackes mit dem Alveus communis, den Otolithen eine bestimmte Lage sicherte. —

Fasst man die gegebenen Mittheilungen zusammen, so wird man, wenn auch der Vorhof im Ganzen hier noch vieles Unerklärte in sich schliesst, doch wenigstens für die Schnecke der Batrachier ein theilweises Verständniss erlangt haben. Von der Form der Schnecke der Schlange herabsteigend, erkennt man hier nur ein weiteres Glied in der Reihe. Die beiden constituirenden Theile der Schnecke sind fast vollkommen selbstständig geworden, nur in sofern communicirend, als sie beide neben einander in offener Verbindung mit dem Alveus communis stehen. Die Lagena ist ganz vollkommen entwickelt, dagegen das Rudiment der eigentlichen Schnecke, der Rahmen, hat einen Haupttheil seiner wesentlichen Factoren verloren. Eine Membrana basilaris, ein Corti'sches Organ (cylindrische Körper) existiren nicht mehr. Dagegen hat ein anderes nur accessorisches Gebilde, die Lamina fenestrata, hier eine besonders schöne Ausbildung erlangt, und ein dritter accessorischer Theil mit selbstständigem Nervenfaden ist mit der Schnecke in Verbindung getreten, ein Verhältniss, das eine vollkommene Erklärung noch nicht gestattet. Zu einem vollständigen Verständniss fehlen noch Glieder in der Entwickelungsreihe, die zum Theil bei anderen Reptilien, zum Theil aber gewiss bei den Fischen zu suchen sein werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die Schnecke von *Lacerta agilis*. a der Knorpelrahmen, b die Lagena, d der N. cochleae mit dem Ganglion cochleare, e Ampulle des Canal semicirc posterior. — Die Ansicht ist von der Fläche; der Knorpelrahmen nach vorn gekehrt; man sieht also gerade in das ovale Lumen des Rahmens hinein: man sieht in der Mitte die schmale knorpelige Verbindung der beiden Schenkel (bei f); zu beiden Seiten derselben die glashellen Wülste der Membrana basilaris mit den aufsitzenden haartragenden Zellen. Längs des zweiten Schenkels sieht man die cylindrischen Körper (das Corti'sche Organ) bei c, etwas regelmässiger gezeichnet, wie es sich bei Flächenpräparaten meist darstellt. Die Vertheilung des Nerven in seine drei Hauptäste, zur Lagena mit pinselförmiger Ausstrahlung, zum Rahmen mit zwei Zweigen und zur Ampulle des entsprechenden Kanales ist leicht verständlich.

Fig. 2. Die Schnecke von *Anguis fragilis*.

Fig. 3. Die Schnecke von *Tropidonotus natrix*.

Fig. 4. Durchschnitt des ganzen Schneckenkegels von *Lacerta agilis*, etwas unterhalb der Mitte genommen. Man erkennt den einen ungetheilten Hohlraum. a b e Knorpelrahmen, c Lagena, d der Nerv, g Tegmentum vasculosum. — a Durchschnitt des ersten Knorpelschenkels mit der wulstförmigen (auf dem Durchschnitt zahnähnlichen) Erhebung, diese von einem indifferenten Epithel bedeckt. b der zweite Knorpelschenkel mit den dem Corti'schen Organ entsprechenden Zellen (cylindrischen Körpern) bei f. c Durchschnitt des Gerüstes der Lagena; an der inneren Fläche die haartragenden Zellen, an welche die Nervenenden nahe herantreten und wahrscheinlich in ihnen enden. e die Membrana basilaris, in ihrer Mitte der glashelle Wulst und die haartragenden Zellen. g Tegmentum vasculosum. Zu äusserst ein dünnes Bindegewebsstratum mit einzelnen Gefässdurchschnitten, dann ein complicirtes Epithel, an welchem zumeist nach innen kleine regelmässige cylindrische Zellen, in der Mitte eingestreut die charakteristischen grossen, körnigen Zellen erkannt werden.

Fig. 5. Aehnlicher Durchschnitt in der Mitte des Rahmens genommen. Nur der Nerv und das ganze Knorpelgerüst, Rahmen und Lagena sind erhalten. Beide Knorpelschenkel verbunden.

Fig. 6. Durchschnitt durch den Schneckenkegel von *Lacerta*, in der Höhe der oberen Verbindung beider Knorpelschenkel (Fig. 1 bei c'). a cylindrischer Körper (Corti'sches Organ). b kleine Erhöhung, dem ersten Knorpelschenkel entsprechend. c Lagena. b Tegmentum vasculosum; dieses, sowie die cylindrischen Körper sind etwas auf die Fläche gelegt.

Fig. 7. Die Spitze des Schneckenkegels von *Lacerta*, etwas schräg abgeschnitten, so dass man in das Innere der Höhle hineinsieht.

a cylindrische Körper. b Zellen des Tegmentum vasculosum. c Haarzellen der Lagenawand, von der Fläche gesehen; dieselben greifen hier etwas weiter auf die hintere Wand über. Auf der vorderen Wand sieht man die dunkleren Endzweige des N. lagenae.

Fig. 8. Längsdurchschnitt durch den ganzen Knorpelrahmen, gerade durch die Mitte der Membrana basilaris genommen. Es sind daher gerade die beiden glashellen Wülste der M. basilaris neben einander stehend, nur durch die schmale Brücke getrennt erhalten. a, b die beiderseitigen Verbindungsstellen der beiden Knorpelschenkel, jederseits mit den letzten cylindrischen Körpern. c die mittlere Brücke mit indifferentem Epithel. d d die beiden Nervenstämme, jeder zu einem der glashellen Wülste tretend. An solchen Präparaten sieht man öfter die dunkelrandigen Nervenfasern sich als einfache, blasse, feine Fädchen bis zu der Gegend der Zellen des Wulstes erheben. Ein Zusammenhang ist hier gewiss im höchsten Grade wahrscheinlich.

Fig. 9. Eine losgelöste Gruppe der dem Corti'schen Organ entsprechenden Zellen (cylindrische Körper) mit den Stielen, an welchen sie befestigt sind.

Fig. 10. Dieselben Zellen isolirt, einzelne mit unregelmässigen Spitzen, andere noch an dem Stiel befestigt.

Taf. VII. Fig. 11. Das häutige innere Gehörorgan des Frosches, zum Theil schematisch zusammengestellt. a Ampulle des vorderen, b Ampulle des horizontalen, c Ampulle des hinteren halbcirkelförmigen Kanales; die beiden ersten in den Recessus bei i zusammenkommend. g Lagena, f Knorpelrahmen, h der accessorische Theil der Schnecke, der vielleicht mehr dem Vorhof selbst angehört. d der Steinsack, welcher die Otolithen führt, mit der rundlichen Erhabenheit bei e; man sieht auf dieser eine pinselförmige Vertheilung eines Nervenstämmchens und unter derselben die zwei verschiedenen Zellenarten, kleinere cylindrische und grössere rundliche, mit schwarzem Pigment (?) erfüllte. Der Hauptnervenstamm ist sogleich in zwei ziemlich gleich grosse Zweige getheilt (k und l). Der eine (k) giebt zuerst das Aestchen zum Steinsack ab und geht dann zu den beiden Ampullen des vorderen und horizontalen Kanales, nachdem er noch zunächst dem Recessus bei i einige Fäden abgegeben hat. Der andere Stamm l theilt sich in 4 Zweige, den ersten zur Lagena mit pinselförmiger Ausstrahlung, den zweiten kleineren zum Knorpelrahmen, den dritten zur Ampulle des hinteren Kanales und den vierten zu dem genannten accessorischen Theile.

Taf. VIII. Fig. 12. Der Knorpelrahmen der Batrachier isolirt mit dem benachbarten Theile des Gerüstes (stärker vergrössert). a der Rahmen mit etwas mehr länglichem innern Lumen. Die Auskleidung desselben, zum Theil aus indifferenten Zellen bestehend, zum anderen Theil aus längeren, haartragenden, welche der Eintrittsstelle des Nerven c

zunächst liegen. b ein neben dem Rahmen etwas nach unten gelegener Raum, auch zum Theil von einem festen Gerüst umgeben, der auf seiner Innenfläche ein etwas reicheres Capillargefässnetz und die charakteristischen Zellen eines Tegmentum vasculosum führt.

Fig. 13. Die Lamina fenestrata der Batrachier, ganz isolirt.

Fig. 14. Lagena und Knorpelrahmen des Frosches, von der Fläche gesehen, in normaler Lage und bei mässiger Vergrösserung. Im Ganzen leicht verständlich. Die haartragenden Zellen werden hier natürlich von oben her gesehen. Die ganze Gruppe derselben bildet in der Ausdehnung der pinselförmigen Nervenausbreitung einen charakteristisch geformten Wulst. Diesem gegenüberstehend ein indifferentes Epithel. Das umgebende stark pigmentirte Bindegewebe umgiebt und trennt die beiden Theile.

Fig. 15. Querdurchschnitt durch Lagena und Rahmen des Frosches, in Richtung und Höhe der Pfeile in Fig. 14. a Lagena. b Rahmen; der Schnitt hat die Oeffnung nicht getroffen. c der Nerv des Rahmens. d der zu dem accessorischen Theile gehende Nerv. e der Raum, dessen Auskleidung dem Tegmentum vasculosum entspricht.

Fig. 16. Der dritte accessorische Theil der Schnecke der Batrachier, von der Fläche und halb von unten gesehen. Ein mittlerer Balken trennt ihn unvollständig in eine grössere Hälfte a und eine kleinere b. Ueber diesen Balken herüber tritt der Nervenstamm a, in entsprechender Weise sich theilend. In dem Raum a sieht man die beschriebenen grösseren cylindrischen Zellen in ein indifferentes Epithel übergehend. Ihnen gegenüber abgelöst ein Theil der Lamina fenestrata. — Aehnliche Zellen auch an der inneren Wand des Raumes b. Der Uebergang der dunkelrandigen Nervenfasern in feine blasse Spitzen, die sich bis an die Grenze des inneren Raumes verfolgen lassen, ist hier besonders deutlich. Trotzdem wurde aber ein unmittelbarer Uebergang derselben in die benachbarten Zellen nicht beobachtet.

Kohlenstoff- und Stickstoff-Ausscheidung des ruhenden Menschen.

Von

JOHANNES RANKE,
Dr. med. aus München.

Die Herren Professoren Bischoff und Voit haben in einer ausgedehnten Untersuchung die Stoffwechselverhältnisse des Hundes geprüft und die Gesetze, die für seine Ernährung gelten, aufgestellt.

So wahrscheinlich es von vorne herein zu sein schien, dass die von den genannten Herren am Hunde gefundenen Gesetze auch für die anderen animalen Organismen, speciell für das hauptsächlichste Object aller physiologischen Forschung, den Menschen, ihre Geltung wenigstens in den Hauptzügen behaupten würden, so bedurfte doch diese Vermuthung eines thatsächlichen Beweises.

Die beiden obengenannten Forscher forderten mich auf, von diesem Gesichtspunkte aus die Stoffwechselverhältnisse des Menschen einer näheren Prüfung zu unterwerfen, zu untersuchen, bis in wie weit die Ernährungsgesetze, die sie für den Hundeorganismus aufgestellt, für den Menschen Geltung besässen.

Die Hoffnungen, diese Aufgabe lösen zu können, waren bei Beginn der Arbeit ziemlich gering. Die negativen Resultate, welche bisher beim Menschen in Bezug auf das Wiedererscheinen alles aufgenommenen Stickstoffs in den Excreten von der überwiegenden Mehrzahl der bedeutendsten Forscher erhalten worden, liessen a priori wenig Hoffnung zu, dass es mir gelingen würde, die erhaltene Aufgabe einer entsprechenden Lösung entgegen zu führen.

Es ist, wie dies von Bischoff und Voit klar dargelegt wird, werthlos, Stickstoffbestimmungen im Harne und Kothe vorzunehmen, bevor es entschieden ist, dass wir in diesen Excreten allen vom Organismus ausgeschiedenen *N* wiederfinden.

Geht auf irgend einem Wege uncontrollirbar *N* aus dem Organismus, so ist es natürlich vollkommen unmöglich, Etwas über die wahre Grösse des Stickstoffverbrauches des Organismus auszusagen, da ja dann keine Möglichkeit vorliegt, letztere Grösse mit nur annähernder Sicherheit zu bestimmen.

Die beobachtete directe *N*-Ausscheidung durch Haut und Lungen, die Angaben über das Vorkommen von Harnstoff im normalen Schweisse des Menschen, dann besonders die von Bischoff und Voit gemachte Angabe, dass es unter Umständen (auch im normalen Organismus?) möglich sei, dass der Harnstoff im Blute oder in der Harnblase noch weitere Veränderungen erfahre, und in andere Formen, z. B. kohlensaures Ammoniak, übergeführt werde, liessen alle die Möglichkeit als eine sehr geringe erscheinen, dass ich im Stande sein würde, den menschlichen Organismus unter solche Ernährungsverhältnisse zu setzen, dass sich die Einnahme und controllirbare Ausgabe in der Zeiteinheit vollkommen im Gleichgewichtszustande befänden.

Andererseits sprang sogleich in die Augen, dass von den bisherigen Untersuchern der vorliegenden Frage der Ernährungsbedingungen des Menschen die nothwendige Sorgfalt in der Bestimmung und Controllirung der Einnahmen des Organismus nicht in Anwendung gebracht worden war. Das Verdienst, die richtigen Grundsätze in dieser Beziehung klar ausgesprochen und consequent in Anwendung gezogen zu haben, gebührt den beiden genannten Forschern. Ich musste, wie sie, versuchen, in wie weit es mir gelingen würde, nur solche Nahrungsstoffe zur Einfuhr anzuwenden, die verhältnissmässig genau chemisch bestimmbar und bestimmt wären, denn wenn man wirklich sicher die wahre Grösse der Einnahme speciell von *N* in den Organismus kennt, ist es möglich, die Frage über das postulirte Gleichgewicht zu entscheiden.

Es lag nahe, den Versuch zu machen, dieselben Stoffe, die

den genannten Untersuchungen für die Ernährung des Hundes gedient hatten, auch für meine Zwecke zu benutzen; besonders schien es nöthig, dieselbe Methode des Fleischausschneidens, wie sie von Bischoff und Voit angewendet worden war, auch für die Menschen zu adoptiren. Diesem Versuche stellten sich jedoch bedeutende Schwierigkeiten entgegen. Die auf die angegebene Weise erhaltenen, von allem sichtbaren Fette, gröberen Bindegewebszügen und Arterien etc. befreiten Fleischstückchen haben gewöhnlich nur eine äusserst geringe Grösse, so dass es unmöglich schien, dieselben noch einer Zubereitung zu unterwerfen, wie sie für den Menschen nothwendig ist. Ich suchte diesem Uebelstande dadurch zu entgehen, dass ich in der ersten der im Folgenden mitgetheilten Versuchsreihen das magerste Kuhfleisch welches ich auftreiben konnte, zur Nahrung verwendete, welches eine scheinbar so homogene Beschaffenheit besass, dass es unbedenklich als fettfrei schien angenommen werden zu können.

In den weiteren Versuchsreihen musste ich mich jedoch nichts desto weniger entschliessen, zu dem directen Ausschneiden meine Zuflucht zu nehmen, und es zeigte sich, dass von demselben in keiner Weise Umgang genommen werden durfte.

Die Zubereitung war folgende:

Die grösseren Fleischstücke wurden in feine Scheibchen geschnitten und sodann mit der Scheere von jedem sichtbaren Fettpartikelchen und gröberem Bindegewebe befreit. Sodann wurde es unter meiner Aufsicht in einem neuen eisernen Pfännchen gebraten, mit einer abgewogenen Schmalzmenge und der Vorsicht, dass von letzterem durch Sprützen Nichts verloren ging. Zum Schlusse wurde sorgfältig aus der Pfanne alles Angebackene ausgekratzt, zuletzt noch mit Brod ausgewischt.

Versäumt man diese Vorsichtsmaassregeln, so läuft man durchaus Gefahr, weniger Stickstoff in den Organismus einzuführen, als man der Rechnung nach erwartete, mag nun entweder schon frisch Fett als Fleisch in Rechnung gezogen worden sein, wenn das Fleisch nicht mit der äussersten Sorgfalt ausgeschnitten würde, oder mag Etwas in der Pfanne geblieben sein.

Stickstoffbestimmungen im gebratenen Fleische sind wenig zuverlässig und können darum nur mit grosser Vorsicht an Stelle des angegebenen umständlichen Weges angewendet werden. Ich machte zwei vergleichende Stickstoffbestimmungen zweier Stücke desselben Rinderbratens. Das erste Mal erhielt ich 9,9%, das zweite Mal 11% des bei 100° C. getrockneten Fleisches. Die Fettbestimmungen laboriren noch an einem bedeutenderen Fehler. Neben dem Fleische wurde noch schwarzes Roggenbrod, von dem die braune Rinde entfernt war, zur Nahrung verwendet. Der *N*-Gehalt desselben wurde, wie der des ausgeschnittenen Fleisches, von Voit, der dasselbe auch in seinen Untersuchungen verwendete, vielfältig bestimmt und von der gleichen Mehlsorte als fast absolut constant gefunden. Meine Bestimmungen stimmen mit den seinigen vollkommen überein.

In den beiden ersten Versuchsreihen wurde ausser Fleisch und Brod nur noch zerlassene Butter, Schmalz, in Anwendung gezogen; dieselbe enthielt keinen *N*.

In den letzten Reihen wurde ausserdem noch Kartoffeln, ganze Eier und Eiereiweiss, auch Butter genossen. Kartoffeln und Eier sind chemisch nicht genau zu charakterisiren, sie wurden darum in der letzten Reihe verlassen.

Die Nahrung der letzten (IV.) Reihe scheint mir zur Anstellung der betreffenden Versuche sehr günstig zu sein. Sie wurde, ohne sehr complicirt zu sein, gerne genossen. Im Näheren verweise ich auf die Versuchsreihe Nr. IV selbst.

Bei der verhältnissmässigen Einfachheit der angewendeten Nahrungsmittel wurde es so möglich, mit grosser Genauigkeit verschiedene Tage hindurch eine gleichmässige Nahrungsmenge einzuführen, deren *N*-Gehalt, in den meisten Fällen auch der *C*-Gehalt, genau bekannt war.

Zur *N*-Bestimmung im Harne wurde für die Bestimmung des Harnstoffs die Liebig'sche Titrirmethode in Anwendung gebracht.

Die Harnsäure wurde durch Ausfällen mit Salzsäure, wie dies in den analytischen Belegen näher ausgeführt wird, bestimmt.

Schwieriger erschien es, die Bestimmung des je auf eine Versuchsreihe treffenden Kothes genau machen zu können. Es gelang mir dies jedoch mit vollkommen genügender Schärfe durch Benutzung der Erfahrung, dass mit der Nahrung zugleich genossene unverdauliche kleine Körper sich im Kothe, mit demselben gleichmässig gemischt wiederfinden und dadurch den Koth zu charakterisiren im Stande sind. Ich wendete bei meinen Versuchen zu diesem Zwecke die an ihrer rothen Farbe leicht kenntlichen Hülsen der Preisselbeeren an, welche an dem Tage vor dem Versuchstage genossen, den betreffenden Koth wieder erkennen liessen.

Um die Trennung noch leichter vornehmen zu können, wurde, wie dies Bischoff und Voit auch beim Hunde thaten, die letzte Mahlzeit, bei welcher die Beeren mit genossen wurden, wenigstens 20 Stunden vor der folgenden ersten Versuchsmahlzeit eingenommen. Der Koth der letzt vorausgegangenen war während dieser Zeit wohl sicher in dem Ende des Dickdarmes angelangt. Er liess sich stets durch seine Farbe und dadurch, dass der neuere Koth dem alten wie eine Haube aufsass, ohne mit ihm zusammengeflossen zu sein, leicht und sicher trennen.

Die *N*-Bestimmungen im Kothe wurden in der bei 100° C. getrockneten Substanz durch Glühen mit Natronkalk vorgenommen.

In Bezug auf die in der Untersuchung vorkommenden Körpergewichtsbestimmungen habe ich zu bemerken, dass es nackende Gewichte sind. Sie wurden auf einer vortrefflichen Brückenwaage angestellt, auf welcher ein Gewichtsunterschied von 10 Gr. noch abzulesen, von 5 Gr. noch zu schätzen war.

Die zur Nahrung verwendeten Speisen wurden auf einer Tellerwaage, welche auf 0,05 Gr. noch einen deutlichen, ablesbaren Ausschlag gab, gewogen.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Harnes wurde mit einer feinen Senkwage vorgenommen, welche einen halben Theilstrich noch ablesen, einen viertel Theilstrich noch schätzen liess.

Zur Bestimmung der Gesammtmenge der festen Ausschei-

dungen durch den Harn wurden 10 Cc. Harn unter der Luftpumpe getrocknet und gewogen.

Die Herren Bischoff und Voit hatten, den Harnstoff als Maass des Stoffwechsels benutzend, eine Rechnung angestellt, durch welche sie die gleichzeitig ausgeschiedenen *C*- und *H*-Mengen zu bestimmen suchten.

Es war mir von grossem Werthe, diese Rechnung wenigstens für den *C* in meinen Versuchen durch directe Bestimmung desselben kontrolliren zu können, was durch den von Herrn Professor Pettenkofer construirten Apparat für die Bestimmung der ausgeathmeten $C O_2$ möglich wurde.

Da es selbstverständlich unmöglich war, an sich selbst die $C O_2$-Bestimmung vorzunehmen und den Versuch dabei selbst zu leiten, so bin ich den beiden Herren Professoren Pettenkofer und Voit, die sich diesem letzteren Geschäfte mit der grössten Freundlichkeit abwechselnd unterzogen, zu dem innigsten Danke verpflichtet.

Ich benutze diese Stelle, um den Herren Professoren Bischoff, Pettenkofer und Voit für die liberale Unterstützung, die ich von ihnen bei der Ausarbeitung der vorliegenden Untersuchungen erhalten habe, meinen wärmsten Dank auszusprechen. Es wäre mir ohne dieselbe nicht möglich gewesen, die Arbeit zu unternehmen und zu dem hier vorliegenden vorläufigen Abschluss zu bringen.

In Betreff der Beschreibung des Pettenkofer'schen Apparates verweise ich auf die Denkschrift der Münchener Akademie. In den zum Schlusse dieser Arbeit mitgetheilten Tabellen, welche dort ihre Erklärung finden, sind die directen Versuchsresultate der *C*-Bestimmung mitgetheilt.

Zum Schlusse habe ich noch zu bemerken, dass ich alle im Folgenden mitgetheilten Versuche an mir selbst angestellt habe. Ich befand mich zur Zeit derselben in vollkommen gesundem, kräftigen Körperzustande und in dem Alter von 24 Jahren. Meine Grösse beträgt 6' 2'' bayrisch; mein Durchschnittsgewicht 70 Kgrm.

Im Folgenden werde ich zuerst die Versuchsreihen anführen, welche zum Behufe der Entscheidung der Frage angestellt

worden sind, ob es möglich sei, beim Menschen einen derartigen Körperzustand herbeizuführen, in welchem ebensoviel *N* und *C* in den controllirten Excreten, Harn, Koth und Respirationsausgabe, wieder erschiene, als in der Nahrung gegeben wurde. An diese Untersuchung schliessen sich sodann noch einige Beobachtungen über Modificationen der Ernährung an.

I.

Versuche zur Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der Stickstoff-Ausscheidung durch Darm und Nieren zur Stickstoffaufnahme in der Nahrung.

Zur Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der *N*-Ausscheidung zur *N*-Aufnahme war es erforderlich, längere Zeit den Körper unter vollkommen gleichen Ernährungsbedingungen zu halten, da es nur dadurch möglich wird, dass sich der Körper mit der Nahrung in's Gleichgewicht setzen könne.

Versuchsreihe Nr. I.

Anfang: den 31. October 4 Uhr Abends,
Ende: den 7. November 4 Uhr Abends, 1860.

Das Befinden zu Anfang und während des Verlaufes der Versuchsreihe war vollkommen normal.

Die körperliche Bewegung, auf ein Minimum beschränkt, war an den einzelnen Versuchstagen soviel als möglich gleich.

Die Witterung war anhaltend kalt, so dass von Schweiss während der Reihe keine Spur bemerkt wurde.

Während der ersten drei Versuchstage — 31. Octbr. bis 2. Nov. incl. — wurden folgende Nahrungsmengen aufgenommen:

Rindfleisch	500 Grm.	= 17 Grm. *N*	und	62,7 Gr. *C*
Brod	200 -	= 2,56 - „	-	48,72 - „
Fett	15 -	= 0 - „	-	10,19 - „
Salz	10			
Wasser	2000 Cc.			
	Zusammen	19,56 Grm. *N*	u.	121,6 Gr. *C*.

Verhältniss des *N* zum *C* der Nahrung wie 1 : 6,2.

Den 4. Versuchstag — 3. Nov. — wurden zu obiger Nahrung noch 35 Grm. Fett gegeben mit 23,8 Grm. *C*, und 125 Grm. Rohr-

zucker mit 52,6 Grm. *C*. Dadurch stieg die *C*-Menge der Nahrung auf 198 Grm. Die *N*-Menge blieb die gleiche.

Den 5. Versuchstag — 4. Nov. — wurden noch 30 Gr. Fett zugesetzt mit einer *C*-Menge von 20,3 Grm. Die Gesammtmenge des gegebenen *C* belief sich nun auf 218,4 Grm. Diese letzten Nahrungsquantitäten wurden den 4., 5. und 6. November beibehalten. *N* : *C* = 1 : 11,16.

Den 7. Nov. wurden 2009 Grm. roh gewogenes Rehfleisch mit 80 Grm. Fett gegessen. Der *N*-Gehalt dieser Fleischmenge betrug 66,3 Grm. In Fett und Fleisch waren enthalten 305,8 Grm. *C* (cfr. Fleischtag Nr. 2).

In folgender Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

Datum	K. Gew.	Ausscheidung.				Nahrung.		Differz. d. *N* Ausscb. z. *N* Aufn.
		$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	Koth.	Gesammt Gew. d. *N*	*N*.	*C*	
31. X.	69570	42,07	1,04	46,1	21,51	19,56	121,6	+ 1,95
1. XI.	69340	47,8	1,11	48,4	23,86	„	„	+ 4,3
2.	69340	51,4	1,12	0	25,45	„	„	+ 5,89
3.	68800	47,3	1,25	164,7	23,68	„	198	+ 4,12
4.	68600	38,2	1,07	59,4	19,372	„	218	− 0,188
5.	68660	38,4	0,68	53,4	19,34	„	„	− 0,22
6.	68600	40,1	1,03	0	20,19	„	„	+ 0,63
7.	68550	75	2,11	12,1	43,9	66,3	305,8	− 22,4
8.	67610			35,5				
9.				251				

Den ersten Versuchstag — 31. October — wurden 46 Grm. auf den vergangenen Tag gehöriger Koth, durch Beeren abgegrenzt, entleert.

Auf die Versuchsreihe selbst fallen 373 Grm. Koth vom 1.—7. Versuchstage, incl. mit einem *N*-Gehalt von 8,29 Grm. Es wurden also an je einem Versuchstage 1,184 Grm. *N* im Kothe entleert, welche Grösse zu dem aus $\overset{+}{U}$ und $\overline{U}$ berechneten *N*-Gehalt des entleerten Harnes in obiger Tabelle hinzugerechnet wurde.

Den 8. Versuchstag — 7. Nov. —, an welchem nur Fleisch genossen wurde, wurde der Koth ebenfalls abgegrenzt. Am 7. November wurden 12,1 Grm. Faeces ausgeschieden, welche noch auf die gemischte Kost zu rechnen sind. Am 9. Novbr. 277 Grm., von denen 251 sich als Fleischkoth zu erkennen gaben, 35 Grm. wurden auf die vorhergehenden Tage bezogen. Der Fleischkoth enthielt 5,5 Grm. *N*, welche bei der Zusam-

menstellung der ausgeschiedenen *N*-Gesammtmenge am Fleischtage in Rechnung gezogen wurden.

Während der ersten 3 Versuchstage, an welchen der *C* der Nahrung 121,6 Grm. betrug, beobachteten wir im Vergleiche mit dem *N*-Gehalte der Nahrung eine ziemlich bedeutende Mehrausscheidung von *N* in den Excreten; und zwar stieg diese Mehrausscheidung vom ersten bis dritten Versuchstag bedeutend.

Am 4. Versuchstage, an welchem bei gleichbleibender *N*-Zufuhr der *C*-Gehalt der Nahrung auf 198 Grm. erhöht worden, sehen wir die *N*-Ausscheidung etwas sinken, bis sie am 5. Tage bei einer Erhöhung des *C*-Gehaltes der Nahrung bis auf 218,4 Grm. mit der Einnahme an *N* in vollkommenem Gleichgewichte sich befindet.

Wir sehen bis zu einer gewissen Grenze die *N*-Menge der Excrete in einem umgekehrten Verhältnisse zu der *C*-Menge der aufgenommenen Nahrung. Mit dem Steigen der letzteren sinkt die erstere.

Während des 5., 6. und 7. Versuchstages sehen wir in dem Harne und den Faeces genau ebensoviel *N* ausgeschieden, als in der Nahrung während dieser Zeit eingeführt wurde.

Der Beobachtungsfehler erscheint hier sehr gering: in den drei betreffenden Tagen stellt sich ein Ueberschuss von nur 0,22 Grm. *N* heraus.

Während der drei letzten Versuchstage wurden in je 24 Stunden ausgeschieden:

im Harne:	im Kothe:	zusammen:
18,456 *N*.	1,184 *N*.	19,64 *N*.
8,11 *C*.	8,13 *C*.	16,24 *C*.

In der Nahrung wurden eingeführt:

19,56 *N* und 218,4 *C*.

Es bleiben also für die Respiration, wenn wir annehmen, dass ein vollkommener Ersatz aller Ausgaben durch die Nahrung erzielt worden sei:

0 *N* und 202,16 *C*.

Ueber den Fleischtag vergleiche unten.

Versuchsreihe Nr. II.

Anfang: den 4. December, 4 Uhr Abends,
Ende: den 7. December, 4 Uhr Abends, 1860.

Befinden bei Beginn des Versuches normal; am dritten Versuchstage stellten sich mit einem heftigen Katarrh rheumatische Hüftschmerzen ein, der Versuch wurde dadurch unterbrochen.

Die Witterung war rauh und nasskalt.

Als Nahrung wurde in je 24 Stunden aufgenommen:

Fleisch	300 Grm.	= 10,2 Grm. *N*	u. 37,56 Grm. *C*
Brod	400 -	= 5,1 -	„ - 97,44 - „
Fett	20 -	=	13,6 - „
Zucker	200 -	=	84,2 - „
Salz	10 -		
Wasser	1900 Cc.		
	Zusammen	15,3 Grm. *N*	u. 232,8 Grm. *C*.

Verhältniss des *N* zum *C* in der Nahrung wie

1 : 15.

Das Essen blieb sich hier in den drei Beobachtungstagen vollkommen gleich.

Die Ergebnisse stelle ich tabellarisch zusammen:

Datum	K. Gew.	Ausscheidung.				Nahrung.		Differz. d. *N* Aussch. und Aufn.
		$\overset{+}{U}$	$\overset{-}{U}$	Koth	Gesammt Gew. d. *N*	*N*	*C*	
4. XII.	69490	30,8	0,77	44,7	15,8	15,3	232,8	+ 0,5
5.	69240	31,9	0,84	0	16,4	„	„	+ 1,1
6.	69780	36,5	0,79	175	18,5	„	„	+ 3,2
7.	68810			27				

Die am 4. December gelassene Kothmenge gehörte auf die Tage vor der Versuchsreihe. Im Ganzen wurden 202 Grm. Koth in den Versuchstagen entleert mit einem Gesammt-*N*-Gehalt von 4,04 Grm.; auf je einen Tag treffen demnach 1,31 Grm. *N*.

Die Betrachtung der Ergebnisse der ersten zwei Versuchstage scheint mit Bestimmtheit darauf hinzuweisen, dass auch hier ein Gleichgewichtszustand zwischen Einnahmen und Ausgaben des Körpers eingetreten sei.

Auch hier erscheint annähernd die gleiche Menge *N* in den Excreten, die in der Nahrung eingeführt wurde.

Der Fehler nach der Plusseite ist hier etwas bedeutender als in der ersten Reihe, im Durchschnitt 0,75 Grm.

Die am dritten Tage eingetretene Steigerung in der *N*-Ausscheidung wird mit grösster Wahrscheinlichkeit auf das fieberhafte Unwohlsein während des Versuchstages zu beziehen sein. Die Angabe der Pathologen, dass im Fieber der Stoffwechsel und dadurch die $\overset{+}{U}$-Ausscheidung gesteigert sei, findet dadurch eine Bestätigung.

Während der zwei ersten Versuchstage wurden durchschnittlich in je 24 Stunden ausgeschieden:

im Harne:	im Kothe:	zusammen:
14,7 *N*.	1,3 *N*.	16,1 *N*.
6,5 *C*.	10 *C*.	16,5 *C*.

In der Nahrung wurden eingeführt:

15,3 *N*, 232,8 *C*.

Es bleibt demnach — wenn wir vollkommenes Gleichgewicht der Einnahmen und Ausgaben annehmen — für die Respiration:

0 *N*, 216,3 *C*.

Versuchsreihe Nr. III

Anfang: den 26. Januar 1861, 9 Uhr Morgens,
Ende: den 4. Februar, 9 Uhr Morgens.

Das körperliche Befinden vor Beginn und während des Verlaufes der Versuchsreihe war vollkommen normal.

Die Bewegung soviel als möglich beschränkt, an den einzelnen Versuchstagen fast absolut gleich.

Die Witterung nass und kalt, so dass auch hier durchaus kein Schweiss bemerkt wurde. Ueber den ersten Februar siehe im Folgenden.

Die Nahrung während dieser Versuchsreihe war ziemlich zusammengesetzt, da die einfache nur aus Fleisch und Brod bestehende Kost der früheren Versuchsreihen bei längerem Fortgenusse durch Ekel die weitere Fortsetzung des Versuches unmöglich machte.

Die in der jetzt zu besprechenden Reihe in Anwendung gezogene gleichbleibende Nahrung war gut geniessbar, doch machte sich die Unannehmlichkeit geltend, dass der Versuchsfehler hier nothwendiger Weise etwas grösser ausfiel.

Vom 26. Januar bis 2. Februar war die aufgenommene Nahrung von folgender gleichbleibender Zusammensetzung:

Fleisch	250 Grm.	= 8,5 Grm. N	und 31,3 Grm. C
Eier	100 -	= 3,5 - „	- ?
Brod	400 -	= 5,1 - „	- 97,4 - „
Kartoffeln	150 -	= 0,71 - „	- ?
Butter	40 -	= 0,1 - „	- } 67,9 - „
Schmalz	60 -	=	
Salz	5 -		
Wasser	1700 Cc.		

Zusammen 17,91 Grm. N und ? Grm. C, wenigstens 196,6.

Das Verhältniss des N zum C in der Nahrung ist demnach grösser als: 1 : 12.

Am 3. Februar wurden anstatt 250 Grm. 500 Grm. Fleisch genossen. Die übrigen Nahrungsmittel blieben in Qualität und Quantität die gleichen. Der N-Gehalt der Nahrung stieg dadurch auf 25,13 Grm.

Am 4. Februar wurde wieder ein Fleischtag eingeschaltet; es wurden 1281 Grm. roh gewogenes Ochsenfleisch, mit 78 Grm. Schmalz gebraten gegessen, mit einem N-Gehalt von 43,55 Gr. und 208,1 Gr. C.

Am 5. Februar wurde noch einmal zu der Kost der ersten Versuchstage in dieser Reihe zurückgekehrt (cfr. Fleischtag Nr. 3).

In folgender Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

Datum 1861	K. Gew.	Ausgaben.				Nahrung.		Diff. d. N-Ausschd. z. N Aufn.
		$\overset{+}{U}$	$\overset{-}{U}$	Koth	Gesammt gew. d. N	N	C	
26. I.	75170	41,2	0,9	231	21,2	17,91		+ 3,29
27.	73940	39,3	0,93	33+159	20,31	„		+ 2,4
28.	72870	38,1	0,75	80	19,72	„		+ 1,81
29.	72540	39,3	0,8	34	20,26	„		+ 2,35
30.	71910	38,3	0,94	45	19,88	„		+ 1,97
31.	71800	37,9	0,83	111	19,65	„		+ 1,74
1. II.	71710	37,8	0,78	114	19,6	„		+ 1,69
2.	71530	38,3	0,96	97	19,89	„		+ 1,98
3.	71100	42,7	1,1	145	22,85	25,13		− 2,28
4.	71190	69,4	1,5	91	37,91	43,55		− 5,64
5.	70110	49,9	2,2	49	25,72	17,91		+ 7,81
6.	70480			49 }				
7.				146 }				
8.				146				

Am ersten Versuchstage wurden 231 Grm. Koth entleert. Sie waren durch Beeren abgegrenzt und wurden als auf die Tage vor die Versuchsreihe gehörig, entfernt. Am zweiten Tage wurden 192 Grm. ausgeschieden, davon trafen noch 33 Grm. auf die vorhergehenden Tage. In der vorliegenden

Reihe wurden 795 Grm. Koth im Ganzen entleert: vom 1. bis 8. Versuchstage incl. und wieder am 11. In dieser Kothmenge waren enthalten 15,3 Grm. *N*: auf einen der 9 Versuchstage treffen demnach 1,7 Grm. *N* für die Ausscheidung durch den Koth; welche Grösse bei den obigen Resultaten eingerechnet ist.

Auf den 9. Versuchstag treffen 140 Grm. Koth mit einer *N*-Menge von 2,557 Grm.

Auf den Fleischtag 195 Grm. Koth mit 5 Grm. *N*.

Am ersten Versuchstage bemerken wir eine ziemlich bedeutende *N*-Mehrausscheidung, 3,2 Grm. Der Körper gab hier wahrscheinlich noch *N* her, es war also etwas zu wenig *N* gegeben. In den folgenden 7 Tagen findet sich zwar ebenfalls eine Mehrausscheidung im Durchschnitte von 1,99 Grm. *N*, jedoch stimmen die Resultate so genau mit einander überein, dass wir annehmen dürfen, es sei hier ein vollkommenes Gleichgewicht in Einnahmen und Ausgaben eingetreten. Der Fehler nach der Plusseite muss auf die Bestimmungsmethoden geschoben werden.

Wir sehen auch an dieser Reihe, dass bei einer den Körper vollkommen ernährenden Kost in den Excreten kein Deficit an *N* auftritt gegenüber dem *N*-Gehalte der eingeführten Nahrung.

Zu der vorstehenden Reihe bemerken wir zweimal, am 9. und 10. Versuchstage ein ziemliches Deficit, welches noch um so grösser erscheint, wenn wir bedenken, dass in den Bestimmungsmethoden ein Fehler nach der Plusseite sich geltend macht.

Beide Male sehen wir dieses Deficit eintreten im Gefolge einer nicht unbedeutenden Steigerung des Fleischgehaltes der Nahrung: den 9. Tag um 250 Grm. Fleisch zur früheren Kost, den 10. bei 1281 Grm. Fleisch.

Wir nahmen im Vorgehenden an, dass in den ersten 8 Tagen die eingeführte Nahrung genau hingereicht habe, um den Stoffwechselverlust zu decken. Es fragt sich, was muss unter diesen Verhältnissen eine Steigerung des Eiweisses in der Nahrung zur Folge haben, wenn die Möglichkeit für den

Darm, eine weitere Nahrungsmenge zu verdauen, vorhanden ist.

Es erscheint nur von vorne herein nach den Beobachtungen am Hunde äusserst plausibel, anzunehmen, dass unter solchen Verhältnissen ein Theil des überschüssig zugeführten und verdauten Eiweisses im Körper angesetzt werde, der Körper dadurch an Eiweiss reicher werden würde.

Im concreten Falle sehen wir eine überschüssige *N*-Menge zugeführt, wir dürfen demnach erwarten, dass ein Theil derselben ungebraucht im Körper zurückgehalten werden würde: wir sehen in Wahrheit ein Deficit von 2,38 Grm. *N* in den Excreten auftreten.

Eine noch weitere Steigerung der *N*-Zufuhr hatte wieder ein Deficit von 5,64 Grm. zur Folge, am 10. Tage.

Der Körper ist also nach diesen Voraussetzungen am Ende des 10. Versuchstages reicher an *N* geworden als die Tage vorher; es ist dann nach den Erfahrungen von Bischoff und Voit zu erwarten, dass er am 11. Tage auch eine grössere Menge *N*haltiger Zersetzungsproducte liefern werde als vorhin. Es wird darum eine Nahrung, die vorhin hingereicht hat, allen *N*-Verbrauch des Körpers zu ersetzen, jetzt nicht mehr hinreichen: es wird ein ziemlich bedeutendes *N*-Mehr in den Excreten sich finden müssen im Verhältniss zur *N*-Einfuhr.

Am 11. Versuchstage, an welchem nach vorausgegangener übermässiger Fleischkost wieder die Nahrung der ersten Versuchstage gegeben wurde, sehen wir ein *N*-Plus in den Excreten von 7,81 Grm., also ganz in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen von Bischoff und Voit am Hunde.

Die Ansicht, dass der *N* vielleicht als $\overset{+}{U}$ im Blute zurückgehalten worden sei und dann am folgenden Tag erst ausgeschieden, scheint mir darum geringen Anspruch auf Wahrscheinlichkeit zu haben, da in den eben besprochenen Versuchstagen durchaus sich nicht das Maximum der $\overset{+}{U}$-Ausscheidung findet.

Mir scheint das Factum, dass auf Steigerung der Fleischzufuhr ein *N*-Deficit in den Excreten eingetreten ist, ein Beweis für die Richtigkeit der Annahme, dass in Wahrheit in vorste-

hender Reihe ein Gleichgewichtszustand zwischen Bedürfniss und Zufuhr statt gefunden habe.

Noch verdient der 7. Versuchstag, der 1. Februar, eine eingehendere Besprechung.

Er wurde dazu benutzt, um den Einfluss eines bedeutenden Verlustes an Schweiss auf die *N*-Ausscheidung durch Darm und Nieren zu prüfen.

Den 7. 5 Uhr 20 Minuten Nachmittags wurde ein Kastendampfbad genommen.

Nackendgewicht vor dem Bade 73330 Grm. Das Sitzen im Dampfbade währte 17 Minuten.

Nackendgewicht nach dem Bade 72050 Grm.

Es hat also während der 17 Minuten im Bade eine Gewichtsabnahme von 1280 Grm. stattgefunden, welche Gewichtsabnahme zum grossen Theil wenigstens auf Schweissverlust zu beziehen ist.

Diese gewiss nicht unbedeutend zu nennende Schweissausscheidung zeigte sich auf die *N*-Ausscheidung im Harne von gar keinem Einflusse.

Am Tage vor dem Schwitzversuche wurden 17,95 Grm., am Schwitztage 17,86 Grm., am folgenden Tage 18,19 Grm. *N* im Harne ausgeschieden.

Wäre trotzdem, dass im Harne keine Wenigerausscheidung von *N* erschien, der Körper doch noch durch einen Harnstoffverlust durch den Schweiss erheblich *N*ärmer geworden, so hätten wir für den folgenden Tag eine *N*-Minderausscheidung zu erwarten gehabt. Dass dies nicht der Fall ist, lehren die angegebenen Zahlen.

Es scheint demnach, dass in dem vorliegenden Falle kein oder nur sehr wenig *N* als Harnstoff im Schweisse verloren gegangen sein könne.

Nach den gewöhnlichen zur Entdeckung des Harnstoffs angewendeten Methoden war es auch unmöglich, nur Spuren desselben im Schweisse aufzufinden.

Eine Portion Schweiss wurde während des Dampfbades in einem luftdicht schliessenden Kautschuckbeutel, der am Vorderarm befestigt war, aufgefangen, 21 Cc.

Der aufgefangene Schweiss zeigte sich etwas trübe, wohl vom Beutel herrührend, und wurde darum filtrirt und eingedampft. Im alkoholischen Auszuge zeigte sich eine reichliche Menge von Krystallen, welche sich unter dem Mikroskope leicht als Kochsalzkrystalle erkennen liessen. Eine kleine Menge davon in Wasser gelöst, gab mit Arg. nitr. einen dicken, käsigen, in NO_5 unlöslichen Niederschlag: Chlor.

Von dem alkoholischen Extracte wurden zwei Proben untersucht. Die eine wurde mit Salpetersäure, die andere mit Oxalsäure versetzt Bei beiden entstand keine merkliche Trübung.

Beide Proben wurden auch mit dem Mikroskope sorgfältig geprüft, es fanden sich aber keine Krystalle, welche sich als Harnstoffverbindungen hätten deuten lassen.[1])

Anders als der Harnstoff verhielt sich das Kochsalz. Vor dem Schwitztage wurden bei täglich gleichbleibender Kochsalzaufnahme 9,07 Grm.; am Tage nach dem Schwitzversuche 10,19 Grm.; an jenem Tage selbst nur 6,8 Grm. Kochsalz entleert im Harne.

Zum Schlusse stelle ich wie bei den beiden ersten Reihen die Durchschnitts-Resultate zusammen.

Vom 2.—8. Versuchstage incl. wurden durchschnittlich in je 24 Stunden ausgeschieden:

im Harne:	im Kothe:	zusammen:
18,2 *N.*	1,7 *N.*	19,9 *N.*

In der Nahrung wurden eingeführt:

17,91 *N.*

Versuchsreihe No. IV.

Anfang: den 15. Juni 1861, Morgens 9 Uhr,
Ende: den 23. Juni, Morgens 9 Uhr.

Während der acht Beobachtungstage dieser Reihe blieben sich die eingeführten Nahrungsmengen vollkommen gleich mit Ausnahme des 21. Juni, an welchem keine Nahrung eingenommen wurde.

Die Nahrung bestand in Folgendem:

1) Funke, Moleschott's Untersuchungen, Bd. III.

250 Grm.	Fleisch	= 8,5 Grm. N	und	31,8 Grm. C
400 -	Brod	= 5,1 - „	-	97,44 - „
70 -	Stärke	= 0 - „	-	26,05 - „
70 -	Eier-Eiweiss	= 1,52 - „	-	5,99 - „
70 -	Schmalz }	= 0,1 - „	-	67,94 - „
30 -	Butter }			
10 -	Salz			
2100 Cc.	Wasser.			
	Zusammen	15,22 Grm. N	und	228,7 Gr. C.

Das Verhältniss des N zum C in der Nahrung ist wie

1 : 15.

Die Resultate der Untersuchung giebt die Tabelle.

Datum 1861.	K. Gew.	Ausscheidung. $\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	Koth	Gesammtgew. der N Aussch.	Nahrung. Gesammtgew. von N	C	Differenz d. N Ausscheid. n. N Aufn.
15. VI.	74910	35,5	0,58	100	17,88	15,22	228,72	+ 2,66
16.	74540	30,7	0,70	40	15,67	„	„	+ 0,45
17.	73990	32,6	0,95	129	16,64	„	„	+ 1,42
18.	74110	32,1	0,5	158	16,25	„	„	+ 1,03
19.	73600	31,3	0,73	0	15,96	„	„	+ 0,74
20.	74110	31,0	0,6	109	15,78	„	„	+ 0,56
21.	73590	22,28	0,033	0	10,4	0	0	
22.	72350	29,3	0,6	0	14,98	15,22	228,72	− 0,24
23.	72290			184				

Die am 15. und 16. Juni gelassenen 140 Grm. Koth wurden, durch Beeren abgegrenzt, als auf die Tage vor der Versuchsreihe gehörig weggeworfen.

In den auf die vorliegende Versuchsreihe treffenden 608 Grm. frischen Kothes fanden sich 157,65 Grm. fester, wasserfreier Substanz mit einem N-Gehalt von 5%. Demnach wurden im Kothe ausgeschieden 7,88 Grm. N. Auf einen der sieben Beobachtungstage treffen demnach 1,12 Grm. N im Kothe. Diese Zahl wurde bei der Gesammtmenge des ausgeschiedenen N an jedem Tage zugerechnet.

Vom zweiten Versuchstage an sehen wir das Gleichgewicht zwischen Aus- und Einfuhr des N hergestellt. Auch in dieser Reihe findet sich annähernd eine gleiche Menge N in den 24stündigen Excreten des Körpers, als in der Nahrung eingeführt wurde.

Der Beobachtungsfehler liegt auch bei den Resultaten die-

ser Versuchsreihe auf der Plusseite, obwohl hier die Nahrung weit leichter und sicherer chemisch zu charakterisiren war als in der letztbesprochenen Reihe. Doch ist der Beobachtungsfehler viel geringer. Er beträgt vom zweiten Tage an gerechnet: 0,84 Grm. *N* mehr in 24 Stunden.

Am Hungertage, den 21. Juni, sehen wir die ausgeschiedene *N*-Menge um 5 Grm. sinken. Es wurden 10,4 Grm. *N* ausgegeben. Beziehen wir diese *N*-Menge auf eine Albuminzersetzung im hungernden Körper, so entspricht sie 54,45 Grm. trockenen Albumins. Um dieses Gewicht wurde demnach der hungernde Organismus eiweissärmer in den beobachteten 24 Stunden.

Den Tag nach dem Hunger wurde wieder die Kost der ersteren Versuchstage dieser Reihe genommen. Das a priori nach den Untersuchungen von Bischoff und Voit hierbei zu erwartende *N*-Deficit in den Excreten — der Körper ist nach dem Hunger *N* ärmer und liefert darum weniger *N* haltige Zersetzungsproducte — trat ein. Es beträgt absolut nur 0,24 Grm. *N* in den beobachteten 24 Stunden. Mit Zuschlag des Durchschnitts-Beobachtungsfehlers von 0,84 Grm. jedoch beläuft es sich auf 1 Grm. *N*.

Die vorliegende Versuchsreihe ist darum noch ganz besonders von Werth, da in ihr auch der in der Respirationsluft enthaltene *C* direct mit dem Apparate des Herrn Professor Pettenkofer bestimmt wurde; und zwar am fünften Versuchstage, den 19. Juni 1861.

Wenn wirklich ein Gleichgewichtszustand im Organismus zwischen Aufnahme und Ausgabe eingetreten ist, so ist es unbedingt nothwendig, dass sich in den Excreten nicht nur soviel *N* wiederfinden lassen müsse, als in der eingeführten Nahrung enthalten war, sondern ebenso auch der *C*. Auf diese Weise besitzt man in der Bestimmung des einen Elementes eine Controlle für die Bestimmung des andern.

Ist unsere Annahme richtig, dass in unseren Reihen dann ein vollkommener Gleichgewichtszustand zwischen Zufuhr und Bedarf eingetreten sei, wenn das Gewicht des in den Excreten gefundenen *N* mit dem in der Nahrung enthaltenen überein-

stimmt: so ist es nöthig, dass wir im Stande sind, in den Excreten auch eine der eingenommenen Nahrung entsprechende *C*-Menge wieder zu finden. Ich gebe die Ergebnisse der Bestimmung in folgender kleinen Tabelle:[1])

Einnahmen:

	N	*C*
In der Nahrung:	15,22	228,72

Ausgaben:

im Harne:	14,84	6,52
im Kothe:	1,12	10,6
in der Respiration:	0	207,0!!
Zusammen:	15,96	224,6.

Wir sehen, das Resultat stimmt in einer Weise überein, wie man es bei so complicirten Verhältnissen, wie sie bei der Ernährung des Menschen statt haben, kaum erwarten dürfte.

Der Fehler der *N*-Bestimmung beträgt 4,8%.

Der Fehler der Kohlenstoff-Bestimmung nur 2%.

Ich glaube durch diesen Versuch den factischen Beweis geliefert zu haben, dass, wenn ebensoviel *N* in den Excreten aufzufinden ist, als in der Nahrung gegeben wurde, ein wahrer Gleichgewichtszustand zwischen Aufnahme und Ausgabe eingetreten sei; dass dann auch der *C* der Excrete genau dem der eingeführten Nahrung entspricht.

Zum Schlusse gebe ich auch bei dieser Reihe noch die Durchschnittszahlen der Einnahme und Ausgabe an den einzelnen Versuchstagen.

In dieser Reihe wurden in je 24 Stunden ausgeschieden:

im Harne:	im Kothe:	zusammen:
14,9 Gr. *N*.	1,12 Gr. *N*.	16,3 Gr. *N*.
6,5 - *C*.	10,7 - *C*.	17,2 - *C*.

In der Nahrung wurde gegeben:

15,22 Grm. *N* und 228,72 Grm. *C*.

Es bleiben demnach für die Respiration nach unserer Annahme des Gleichgewichts:

0 Grm. *N* und 211,5 Grm. *C*.

---

1) Man sehe nach in der Haupttabelle dieser Reihe.

Gefunden wurden am 19. Juni in der Respirationsluft:
207 Grm. *C.*

Aus den hier mitgetheilten 4 Versuchsreihen ergiebt sich:

1. Es ist bei einer gewissen Nahrung unter Bedingungen, die Bischoff und Voit für die Hunde zuerst festgestellt haben, möglich, die *N*-Ausscheidung des Organismus so zu regeln, dass in den Excreten — Harn und Koth — ebensoviel *N* in 24 Stunden ausgeschieden wird, als während dieser Zeit in der Nahrung zugeführt wurde.

Erst mit dem Beweise dieses Satzes werden Ernährungsuntersuchungen am Menschen analog den von Bischoff und Voit am Hunde angestellten möglich. Bei allen künftig an anderen Individuen anzustellenden derartigen Untersuchungen scheint mir vorerst der Beweis geliefert werden zu müssen, dass dies gelungen sei, ehe Schlüsse aus der ausgeschiedenen Harnstoffmenge auf die Vorgänge des Stoffwechsels gemacht werden.

2. Das Gleichgewicht in der *N*-Aufnahme und Ausgabe findet bei dem Menschen, wie dies B. und V. für den Hund nachgewiesen, erst dann statt, wenn nicht nur der *N*- sondern auch der *C*-Verbrauch des Organismus während der Versuchszeit vollkommen gedeckt ist. Mit dem Verhältnisse des *C* und *N* in der Nahrung schwankt bis zu einer gewissen Grenze die *N*-Ausscheidung in der Art, dass mit einer Mehrzufuhr von *C* die *N*-Ausscheidung abnimmt. — cfr. Versuch Nr. I.

3. Die directe *C*-Bestimmung im Pettenkofer'schen Apparate ergab für einen Versuchstag, an welchem nach meinen Annahmen das Gleichgewicht zwischen *N*-Zufuhr und Ausgabe eingetreten war, für den in der Respirationsluft während 24 Stunden ausgeschiedenen *C* das Gewicht von 207 Grm.

Das *C*-Gewicht der Nahrung in den anderen Reihen mit Gleichgewicht der *N*-Aufnahme und Ausgabe lässt der Rechnung nach ganz ähnliche *C*-Grössen in der Respiration ausgegeben werden.

Für die erste Reihe berechnet sich für die *C*-Abgabe durch

Haut und Lungen ein Gewicht von 205 Grm., für die zweite von 216 Grm.

Wir dürfen daraus annehmen, dass der Körper eines Individuums wie das hier zur Untersuchung benutzte bei gemischter Kost in 24 Stunden im Mittel etwa 210 Grm. *C* bei Körperruhe ausscheidet, dass er demnach in diesem Zustande einer Nahrungsmenge bedarf, welche ihm diese *C*-Menge für die Respiration zu liefern im Stande ist.

Diese Annahme findet durch einen unten angeführten Versuch Bestätigung, bei welchem bei der unbestimmten, gewöhnlichen gemischten Kost der höheren Stände in 24 Stunden die directe *C*-Bestimmung 215,7 Grm. ergab.

Aehnliche Werthe finden auch Shaving und Smith, während Barral 335 Grm. *C* in der Respiration berechnet. Letzterer Beobachter findet in den Excreten ein *N*-Deficit von 50%, was mit meinen Beobachtungen demnach ebenfalls schlecht stimmt.

4. Zur Erreichung eines Gleichgewichtszustandes zwischen Nahrung und Ausfuhr ist kein constantes Verhältniss von *N* und *C* in der Nahrung erforderlich.

In den vorliegenden Reihen ist dies Verhältniss in Nr. I. wie 1:11, in Nr. II. wie 1 : 15.

Es bestätigt dies den am Hunde gefundenen Satz, dass sich der Organismus auch des Menschen mit der gereichten Nahrung ins Gleichgewicht zu setzen vermag. Dieser letztere Satz wird ebenfalls durch die Anfangs-Beobachtungen einer jeden Versuchsreihe mit Ausnahme der zweiten, in welcher von vorne herein das richtige Verhältniss der Nahrung zum Körperzustand getroffen war, bestätigt.

5. Bei ungenügender Nahrung, mag es an *N* oder *C* fehlen, findet sich ein *N*-Ueberschuss in den Excreten gegenüber den Einnahmen — cfr. Reihe Nr. I, 1.—4. Tag —, wie dies ebenfalls von B. und V. am Hunde gesehen wurde. Nicht nur die Menge des Eiweisses, sondern auch des Fettes bestimmt den Umsatz; mehr Fett setzt den Umsatz von *N* herab.

Zum Schlusse dieser ersten Abtheilung meiner Untersuchung scheint es noch wünschenswerth, einige Auskunft darüber zu

erhalten, aus welchen Gründen wohl der scheinbare Ueberschuss der N-Ausscheidung gegenüber der N-Aufnahme in der Nahrung sich erklären möge.

Zuerst ist hier daran zu erinnern, dass in den Bestimmungsmethoden der N-Zufuhr, so genau sie auch immer sein mögen, doch eine niemals verschwindende Fehlergrenze existirt, welche die Resultate bis zu einem gewissen Grade zu alteriren im Stande sein wird.

Das in den drei letzten Reihen constant sich zeigende Plus in der N-Ausscheidung zeigt sich in den Gleichgewichtstagen der ersten Reihe nicht. Es scheint dies ein Beweis dafür zu sein, dass hier, wo noch nicht dieselbe Sorgfalt auf das Ausschneiden des Fleisches verwendet wurde wie später, die N-Zufuhr im Fleische etwas zu gross angenommen worden sei, indem in demselben wohl gewiss noch etwas Fett enthalten war, was als Fleisch in Rechnung gezogen wurde.

Später wurde das Fleisch mit der äussersten Sorgfalt ausgeschnitten. Es scheint wohl möglich, dass während der Stunden, die hierzu erforderlich waren, die Fleischstückchen nicht ganz unbedeutend an Wasser verloren haben, so dass bei dem schliesslichen Wägen ein Fleisch von mehr trockener Substanz vorhanden war, als in die Rechnung eingesetzt wurde. Es würde dadurch eine etwas grössere N-Menge in den Organismus eingeführt worden sein, als der Annahme entspricht.

Zu diesen Fehlerquellen in der N-Bestimmung der aufgenommenen Nahrung kommen noch solche in der N-Bestimmung in den Excreten hinzu.

Zu der Harnstoffbestimmung wurde die Liebig'sche Titrirmethode angewendet. Wie dies näher in den analytischen Belegen sich dargelegt findet, ergiebt diese Methode, jedoch gegenüber dem direct durch Verbrennen mit Natronkalk erhaltenen Resultaten ein freilich sehr geringes, doch nicht verschwindendes Plus, indem sich dasselbe bis auf 0,65 Grm. unter ungünstigen Verhältnissen in 24 Stunden zu steigern vermag.

Die Titrirmethode selbst erzielt auch nicht vollkommen constante Resultate.

Jeder, der mit Ueberlegung und Genauigkeit Harnstoffbe-

stimmungen nach der Liebig'schen Methode gemacht hat, weiss, dass, so gross sie ist, die Genauigkeit der Methode doch ihre Grenze besitzt.

Die Geschicklichkeit der Untersucher mag verschieden sein. Bei meinen Untersuchungen war ich nur auf 0,2—03 Cc. der zur Bestimmung verwendeten titrirten Quecksilberlösung genau.

Die einzelnen Proben einer einzigen zur Harnstoffbestimmung zugerichteten Harnmenge geben fast absolut übereinstimmende Resultate. Die Zurichtung verschiedener Harnmengen führt jedoch trotz aller angewendeten Sorgfalt die angegebene Fehlergrösse herbei.

Der Fehler erscheint verschwindend klein. Bedenkt man jedoch, dass die Harnstoffbestimmungen in nur 10 Cc. des Harnes gemacht werden, dass aus der hierbei gefundenen Zahlengrösse auf die ganze Harnmenge gerechnet wird, so sehen wir, dass der Fehler sich bedeutend zu steigern im Stande sein muss, da ja in 24 Stunden der Mensch eine ziemlich grosse Harnmenge entleert.

In dem statt vieler in den analytischen Belegen angeführten Versuche betrug die in 24 Stunden ausgeschiedene Harnmenge 3150 Cc. Der Fehler 0,3 Cc. wird demnach mit 315 multiplicirt; er beträgt auf die ganze Harnmenge berechnet, 94,5 Cc. und, da 1 Cc. der in den Versuchen verwendeten Quecksilberlösung 0,1185 Grm. Harnstoff entsprach, 1,12 Grm. $\dagger{U}$ = 0,522 Grm. *N*.

Da die Harnstoff-Titrirmethode, wie alle Titrirmethoden, dem Principe nach einen minimalen Ueberschuss ergeben muss, liegt dieser Fehler auf der Plusseite.

Auch das Vorkommen von Kochsalz bedingt einen scheinbaren Ueberschuss in der Harnstoffbestimmung im Menschenharne, auch wenn es von der Harnstoffbestimmung mit Silberlösung ausgefällt worden ist; da man, um nicht an Harnstoff zu verlieren, nicht bis an die äusserste Grenze der Chlorfällung gehen darf und doch jeder Rest von Kochsalz die Bestimmung des Harnstoffes etwas zu gross ausfallen lässt.

Wir dürfen uns darum nicht wundern, wenn wir bei der

grössten Genauigkeit in Anstellung der Bestimmungen, oder vielleicht gerade deswegen, einem kleinen Fehler nach der Plusseite begegnen.

II.

Modificationen der Ernährung.

Es steht nach den bisher mitgetheilten Untersuchungen fest, dass wir unter bestimmten Verhältnissen im Stande sind, im Harn und Koth soviel N dem Gewichte nach wiederzufinden, als in der Nahrung gegeben worden.

Es existirt demnach, wenigstens für diese Fälle, kein Weg, auf welchem eine erhebliche N-Menge den Körper uncontrollirt verlassen könnte.

In jenen Fällen, in welchen ein Gleichgewichtszustand der N-Ausgabe und Einnahme eingetreten ist, glaube ich mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass auch aller C mit Benutzung des Apparates von Herrn Prof. Pettenkofer wieder gefunden werden kann.

Mit Sicherheit weist darauf der Versuch vom 19. Juni 1861 hin. Wir sind im Stande, auch allen C des Körperumsatzes in den Excreten zu bestimmen.

Nach Erledigung dieser Vorfragen können wir es erst, wie Bischoff und Voit weitläufig auseinandergesetzt haben, unternehmen, die N- und C-Ausscheidung des Menschen-Organismus unter verschiedenen Ernährungsbedingungen zu untersuchen.

Ich selbst behandele im Folgenden einige Hauptfragen über die Ernährung des Menschen, um beurtheilen zu können, in wie weit die Stoffwechselvorgänge beim Menschen sich mit denen am Hunde, für die so zahlreiche Erfahrungen vorliegen, vergleichen lassen. Doch sind meine Untersuchungen lange nicht ausgedehnt genug, um Gesetze der Ernährung daraus aufstellen zu können; meine Mühe ist reichlich belohnt, wenn einige neue Gesichtspunkte für weitere Untersuchungen dadurch gewonnen würden.

1. Hunger.

Zur richtigen Beurtheilung der Beeinflussung, welche der Organismus durch den Wechsel mit verschiedenen Nahrungsmitteln erfährt, erscheint es wünschenswerth, denselben vorerst in dem Zustande möglichst vollkommener Unabhängigkeit von diesen Einflüssen der Beobachtung zu unterwerfen.

Wir dürfen wohl unbedenklich annehmen, dass wir während des ersten Hungertages noch einen normalen Organismus mit Ausschluss der gewöhnlichen Nahrungseinflüsse allein unter der Beeinflussung seiner animalen Functionen und der äusseren Lebensreize vor uns haben. Die inneren und die nach aussen wirkenden animalen Thätigkeiten haben hier noch ihren ungestörten Fortgang und selbst die psychische Stimmung — bei Gesunden wohl der feinste Fühlhebel der schwankenden körperlichen Zustände — zeigt sich noch äusserst wenig alterirt.

Wir dürfen annehmen, dass unter solchen Verhältnissen die aus dem inneren Zustande des Organismus nöthigen Substanz-Zersetzungen vor sich gehen; dass wir den absolut nöthigen Minimal-Werth des Stoffverbrauches für das betreffende Individuum in seinem dermaligen Körperzustande erfahren werden.

Um in den im Folgenden mitzutheilenden Versuchen eine grösstmögliche Gleichförmigkeit zu erzielen, wurde der Körper während der 24 Beobachtungsstunden in fast absoluter Ruhe erhalten, was schon durch die gleichzeitige Bestimmung des *C* der Respiration nöthig gemacht wurde.

Hungerversuch Nr. I.

Anfang: den 22. November, Mittags $12^1/_2$ Uhr,
Ende: den 23. November, Mittags $12^1/_2$ Uhr.

Den 21. November, Abends 5 Uhr wurde die letzte Nahrung eingenommen. Den 22., Mittags $12^1/_2$ Uhr begann der Versuch, $19^1/_2$ Stunde nach der letzt vorhergegangenen Nahrungsaufnahme.

Das körperliche Befinden vollkommen normal; kein Schwächegefühl. Die Zimmertemperatur betrug im Durchschnitt 19,5° C. Während der Nacht der Schlaf unruhig; am 23. Morgens stellte sich Schwere im Kopf, Magendrücken und ziemliches Schwächegefühl ein.

Am Schlusse des Versuches waren 43½ Stunden seit der letzt vergangenen Nahrungsaufnahme verstrichen.

Vor dem Beginn des Versuches war eine Kothentleerung eingetreten, so dass nur noch ein geringes Kothquantum von der letzt vergangenen Mahlzeit her im Darme vorausgesetzt werden durfte. Den 24. wurden 27 Grm., auf den Tag vor dem Hunger bezüglichen Kothes entleert.

Im Folgenden stelle ich die Beobachtungen während des Versuchstages tabellarisch zusammen.

Datum.	Grm. K. Gew.	Cc. Wasser.	Cc. Harn.	Grm. H.Säure	Grm. Harnstff	Grm. Koth.	Grm. C in Resp.
22. XI.	69670	250	750	0,236	17,025	0	187[1])
23.	68540					0	
24.						27	

Das Körpergewicht während des Hungertages fiel, da von beiden Gewichten 27 Grm. als nicht eigentlich zum Körper gehörig abgezogen werden müssen, von 69,643 auf 68513 Grm.: eine Gewichtsabnahme von 1130 Grm.

Zur näheren Analyse des Gewichtsverlustes, zur Bestimmung, welchen Antheil die Hauptkörperbestandtheile an demselben genommen haben, benutzen wir die im Harne ausgegebene N-Menge zur Berechnung der umgesetzten Nhaltigen Körperbestandtheile. Aus der C-Menge der Excrete berechnen wir die zersetzten Nfreien Körperstoffe.

Da wir das Eiweiss als den vorzüglichsten Repräsentanten der im thierischen Organismus zur Zersetzung kommenden N-haltigen Körperbestandtheile betrachten dürfen, so rechnen wir den ausgeschiedenen N auf trockenes Albumin nach der Formel von Mulder.

17,025 Harnstoff und 0,236 Harnsäure enthalten zusammen 8,024 Grm. N, entsprechend 50,688 Grm. Albumin. Diese Eiweissmenge besitzt einen C-Gehalt von 27,796 Grm. Im Harne wurden entleert: 3,649 Grm. Es bleiben demnach von dem zersetzten Eiweiss noch 24,15 Grm. C übrig, welche nicht

1) Die Zahl wurde gefunden, als der Apparat noch etwas zu grosse Resultate ergab. – Ich nehme im Folgenden die Mittelzahl 180,85 als richtig an.

in dem Harne entleert wurden. Die C-Ausscheidung in der Respiration zu 180,85 Grm: angenommen, bleiben durch die Eiweisszersetzung noch ungedeckt 156,7 Grm. C, welche also von zersetzten Nfreien Körperstoffen geliefert sein müssen. Rechnen wir auf Menschenfett nach der von Chevreul aufgestellten Formel[1]), so entspricht die C-Menge einem Fettverbrauche von 198,1 Grm.

Der Verlust an Albumin und Fett beträgt zusammen 50,688 + 198,1 = 248,79 Grm., der Gewichtsverlust im Ganzen jedoch 1130 Grm.; der Ueberschuss von 881,21 Grm. Verlust bezieht sich zum beiweitem grössten Theile auf Wasserabgabe. Es tritt nur noch eine kleine Correctur — 7,74 Grm. — für die im Harne ausgeschiedenen Extractivstoffe und Salze ein.

Folgende Tabelle stellt diese Verhältnisse übersichtlich zusammen. Die Ausgaben als das hier direct Bestimmte stelle ich voran und lasse den aus jenen berechneten Körperverbrauch folgen.

Ausgaben.

	N	C
17,025 Harnstoff	7,9455	3,5654
0,236 Harnsäure	0,0786	0,0843
In der Respiration	—	180,85
zusammen	8,024	184,5

Einnahmen.

50,688 Gr. Albumin	8,024	27,796
198,1 - Fett	—	156,7
zusammen	8,024	184,5

Bei einem Mittelgewicht von 69,08 Kgrm. berechnet sich für 1 Kgrm. in 24 Stunden ein Verbrauch von:

0,116 Grm. N und 2,67 Grm. C.

Das Verhältniss des N-Verbrauches zu dem Verbrauche an C beträgt: 1 : 23.

Hungerversuch Nr. II.

Anfang: den 21. Juni 1861, 9 Uhr Morgens,
Ende: den 22. Juni, 9 Uhr Morgens.

Den 21. Juni wurde in eine anderweitige Versuchsreihe ein Hungertag eingeschoben.

1) Liebig, Thierchemie.

Der Versuch begann 9 Uhr Morgens den 21., nachdem den Abend des vorhergehenden Tages um 4 Uhr zum letzten Male Nahrung genommen worden war. Zwischen dem Beginne des Versuchs und der letzten Nahrungsaufnahme liegen 17 Stunden.

Bei Beginn der Untersuchung war das Befinden vollkommen normal. Die äussere Temperatur betrug im Schatten im Durchschnitte 25,4° C., wobei das Hitzegefühl sehr drückend war. Während des Tages blieb das Befinden ungestört. Nachts ruhiger Schlaf. Morgens ist der Kopf etwas eingenommen, Mattigkeit und etwas Zittern. Eine geringe Menge getrunkenen Wassers erregte lebhaftes Uebelsein. Am Ende des Versuches sind 41 Stunden seit der letztvergangenen Nahrungsaufnahme verstrichen.

Während des Versuches wurden vergleichende Temperatur- und Pulsbeobachtungen angestellt, erstere in der Mundhöhle. Folgende Tabelle giebt die beobachteten Zahlen.

Puls- und Temperatur-Beobachtungen.

Beobachtungs-Zeit.	Aeussere Temperatur nach °C.	Körpertemperatur nach °C.	Puls-Frequenz.
9 Uhr früh 21.	23,4°	37,4°	88
12	25,8°	37,1°	66
3	27,6°	37,3°	66
6	26,3°	36,9°	64
9 Uhr Abend	25,0°	37,1°	60
9 Uhr früh 22.	24,5°	36,8°	80
Im Mittel	25,4°	37,1°	71

Auffallend erscheinen die höheren Körpertemperatur- und Pulszahlen am Morgen des Beobachtungstages, was wohl auf Rechnung der mit dem Sich-Einsperren in den Respirationsapparat nothwendig verknüpften Aufregung zu setzen sein wird. Im Uebrigen sehen wir eine ziemliche Constanz mittlerer Verhältnisse; die an anderen Tagen während der Verdauungsperiode sich zeigende Temperatur- und Pulssteigerung findet sich bei Hunger natürlich nicht.

Folgende kleine Tabelle enthält die sonstigen Untersuchungs-Ergebnisse.

Datum.	K.gewicht	getr. Wasser. Cc.	Harn Cc.	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	Koth	C!
21. VI.	73590	2100	2234	22,28	0,033	0	180,8
22.	72354					0	
23.						184	

Von den 184 Grm. Koth, welche den 23. entleert wurden, fallen, durch die Beerenabgränzung bezeichnet, 97 Grm. auf die Tage vor dem Hungerversuche; diese Zahl ist also von den beiden oben angegebenen Körpergewichtszahlen abzuziehen. Die wahren Gewichte sind demnach 73493 als Anfangs-, 72253 Grm. als Endgewicht. Die durch die Nahrungsenthaltung während der 24 Beobachtungsstunden erzeugte Gewichtsabnahme ist hiernach 1240 Grm.

Zur Analyse des Verbrauches an den einzelnen Körperbestandtheilen dient wie oben der durch den Harn ausgeschiedene *N* und die theils dort theils in der Respiration direct gefundene *C*-Menge.

In 22,28 Grm. $\overset{+}{U}$ — und 0,033 Grm. $\overline{U}$ — wurden 10,4 Grm. *N* ausgeschieden, welche einer umgesetzten Albuminmenge von 65,7 Grm. entsprechen. Der *C*-Gehalt dieser Albuminmenge beträgt 36,029 Grm. Im Harne wurden 4,46 Grm. *C* ausgeschieden; diese von der vom zersetzten Eiweisse gelieferten *C*-Menge abgezogen, bleiben noch für die Respiration 31,57 Grm. *C*. Die directe *C*-Bestimmung in der Athemluft ergab 180,8 Grm. Die weiteren, im zersetzten Eiweisse nicht enthaltenen 149,23 Gr. *C* entsprechen 188,9 Gr. Menschenfett.

Der Verlust an Salzen war an dem vorliegenden Beobachtungstage ein ziemlich auffallender. Es wurden 11 Grm. Kochsalz entleert, obwohl natürlich keines aufgenommen wurde. Sollte mit dieser enormen Kochsalzausscheidung wohl die grosse Harnmenge zusammenhängen?

Die berechneten Albumin- und Fettmengen reichen beiweitem nicht hin, um daraus alle Gewichtsabnahme — 1240 Grm. — zu erklären, der Rest ist demnach wohl auf Wasserverlust zu beziehen. Dies ist um so auffallender, wenn man berücksichtigt, dass an dem Versuchstage 2100 Cc. Wasser getrunken wurden.

Im Folgenden stelle ich schematisch die elementare Zusammensetzung der Ausgaben neben einander mit den daraus berechneten wahrscheinlichen Substanzzersetzungen.

Ausgaben.

	N	C
22,28 Grm. Harnstoff	10,4	4,456
0,033 - Harnsäure		
In der Respiration	0	180,8 !
Zusammen	10,4	185,26

Einnahmen.

	N	C
65,7 Grm. Albumin	10,4	36,03
188,9 - Fett	0	149,23
Zusammen	10,4	185,26

Bei einem Mittelgewicht des Körpers von 72,87 Kgrm. verbrauchte in 24 Stunden 1 Kgrm.:

0,1427 *N* und 2,54 *C*.

Das Verhältniss des *N*-Verbrauches zu dem *C*-Verbrauche beträgt: 1 : 18.

Hungerversuch Nr. III.

Anfang: den 2. Juli 1861, 9 Uhr Morgens,
Ende: den 3. Juli, 9 Uhr Morgens.

Den 1. Juli, Morgens 10 Uhr, wurde vor dem Versuche die letzte Nahrung genommen. Der Versuch begann den 2. Juli, Morgens 9 Uhr, so dass 23 Stunden zwischen der letzten Nahrungsaufnahme und dem Beginne der Untersuchung liegen.

Das körperliche Befinden bei Beginn des Versuches normal. Während des Versuchstages wurde kein Wasser getrunken.

Die Durchschnitts-Temperatur war während des Versuchstages 16,4° C.

Vor Beginn des Versuches war aller auf die Tage vor dem Versuchstage treffender Koth entleert.

Folgende Tabelle giebt die gefundenen Resultate.

Datum.	K.gewicht	Harn	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	Kochsalz.	Koth	C !
2. VII.	72440	832	18,3	0,24	5,3	0	180,9
3.	71050						
Abnahme:	1390						

In 18,3 Grm. Harnstoff und 0,24 Grm. Harnsäure wurden 8,62 Grm. *N* ausgeschieden, welche 54,453 Grm. Albumin ent-

sprechen. Diese Albuminmenge enthält 29,86 Grm. *C*. Als Harnsäure und Harnstoff wurden 3,75 Grm. *C* entleert, es bleiben von dem Albumin noch 26,11 Grm. *C* für die Respiration. Die directe Bestimmung des *C* in der Athemluft ergab 180,9 Grm. Die noch dazu erübrigenden 154,79 Grm. *C* entsprechen einer Zersetzung von 195,94 Grm. Fett.

Da der gesammte Körpergewichtsverlust 1390 Grm. beträgt und nur die oben angegebenen Gewichte an festen Bestandtheilen entleert wurden, so haben wir auch hier eine bedeutende Wasserabgabe des hungernden Organismus anzunehmen. Hier lässt sich diese leicht erklären, da gar kein Wasser getrunken wurde, während doch im Harne 821 Grm. und in der Respiration gewiss auch eine ziemliche Menge ausgegeben wurde.

Die schematische Darstellung wird den Ueberblick erleichtern.

Ausgaben.

	N	*C*
18,3 Grm. Harnstoff	8,54	3,66
0,24 - Harnsäure	0,08	0,09
In der Respiration	0	180,9!
Zusammen	8,62	184,65

Einnahmen.

54,45 Grm. Albumin	8,62	29,86
195,94 - Fett	0	154,79
Zusammen	8,62	184,65

Bei einem Mittelgewicht von 71,79 Kgrm. treffen auf 1 Kgrm. in 24 Beobachtungsstunden als Ausscheidung

0,12 Grm. *N* und 2,572 Grm. *C*.

Das Verhältniss des *N* in den Ausscheidungen zu dem *C* ist

1 : 21,4.

In den im Folgenden gegebenen vergleichenden Tabellen habe ich eine Rubrik „Wasserausscheidung durch Haut und Lungen" beigefügt. Diese Grösse wurde nicht direct gefunden. Sie ist die Differenz zwischen dem aus der *N*- und *C*-Ausscheidung gerechneten Verluste an festen Körperstoffen mit Einrechnung der ausgeschiedenen Harnsalze und des Wassers im

Harne — und dem Gesammtgewichtsverluste des Körpers, wozu noch das getrunkene Wasser zugerechnet wurde.

Nr. I. Tabelle über die Hungertage.

Datum.	äussere Temperatur in °C.	getrunkenes Wasser in Cc.	Mittleres Körpergewicht in Kg.	Nieren-Ausscheidung. *N* Gr.	*C* Gr.	*HO* Gr.	Haut- u. Lungen-Ausscheidung. *C* Grm.	*HO* Grm.	Gesammt-Körpergew.-Verlust.
22. Nov. 60.	19,5°	250	69,08	8,02	3,65	740	187 ?	609	1130
21. Juni 61.	25,4°	2100	72,87	10,4	4,6	2214	180,8	1080	1240
2. Juli 61.	16,4°	0	71,79	8,62	3,75	821	180,9	537	1390
		Im Mittel	71,25	9,01	4	1258	180,85	742	1253

Nr. II. Tabelle der Ausscheidungen,

auf 1 Kgrm. berechnet.

Datum.	*N* Grm.	*C* Grm.	*N* : *C*
22. Nov. 60.	0,116	2,67 ?	1 : 23
21. Juni 61.	0,143	2,54	1 : 17
2. Juli 61.	0,12	2,57	1 : 21,4
Im Mittel	0,126	2,59	1 : 20,5

1. Als Resultat der vorstehenden Untersuchung über den Hunger stellen sich für *C*- und *N*-Ausscheidung folgende Mittelwerthe heraus, geltend für einen gesunden ruhenden Menschenorganismus meiner damaligen Constitution:

für ein Mittelgewicht von 71,25 Kgrm.	berechnet auf 1 Kgrm.
9,01 Grm. *N*.	0,126 Grm. *N*
184,85 - *C*.	2,59 - *C*

Das mittlere Verhältniss der *N*- zur *C*-Ausscheidung ist bei Hunger: 1 : 20,5.

Die *N*-Ausscheidung fällt demnach unter diesen Verhältnissen rascher als die *C*-Ausscheidung im Vergleiche mit den bei gemischter Nahrung gefundenen Resultaten.

2. Die in den vorstehenden vergleichenden Tabellen zusammengestellten Ausscheidungsgrössen zeigen trotz der ziemlichen Verschiedenheit der Verhältnisse, unter welchen sie gewonnen wurden, eine auffallende Uebereinstimmung; mit Ausnahme der Wasserausscheidung durch die Nieren und in der Respiration.

Bemerkenswerth ist, dass bei der enormen Temperaturhöhe am 21. Juni 1861 die auf die Respirationsausscheidung berechnete Wassermenge fast das Doppelte, als an den beiden anderen weniger warmen Versuchstagen beträgt; und zwar kann dieses Resultat durch die mögliche Grösse des Fehlers der indirecten Bestimmungsmethode nicht wesentlich alterirt werden.

Ich glaube diese Beobachtung als einen vorläufigen Beweis für das Bestehen einer Wärmecompensations-Einrichtung im Organismus ansehen zu dürfen, welche einen ihrer Hauptfactoren in der Wasserverdunstungsgrösse besitzt.

Schliesslich mache ich noch darauf aufmerksam, dass die grösste Wasserausscheidungsgrösse durch die Nieren ebenfalls am 21. Juni mit einer Kochsalzausscheidung von 11 Grm. verbunden war. Am Hungertage Nr. III. betrug die Kochsalzausscheidung 5,3 Grm.

Die mitgetheilten Resultate stimmen ziemlich vollständig mit den am Hunde gefundenen überein. Auffallend ist, dass der so viel weniger wiegende Hund am ersten Tage des Hun-

gers ziemlich die gleiche $\overset{+}{U}$-Menge ausscheidet wie der Mensch. Es beweist dies, dass er im Verhältnisse zu seinem Körpergewicht bedeutend mehr *N* verbraucht als der Mensch, ein Verhältniss, welches wohl darauf beruht, dass der Hund ziemlich viel weniger Fett im Verhältniss zum Eiweisse als Körperbestandtheil enthielt, als das von mir beobachtete Individuum.

---

2. Fleisch-Nahrung.

Am Fleischfresser gewonnene Resultate lassen es erwarten, dass wie jener so auch der Mensch im Stande sein würde, durch eine aus nichts als Fleisch bestehende Nahrung alle Bedürfnisse seines Organismus zu decken.

Allein ganz abgesehen von der Unmöglichkeit, ohne eine, manche Zuthaten, besonders Fett, erfordernde Zubereitung eine entsprechende Fleischmenge zu geniessen, lässt schon die einfache Betrachtung der für eine Ernährung allein aus Fleisch nothwendig werdenden Gewichtsmengen eine bedeutende Schwierigkeit dieses Versuches, wenn nicht seine Unmöglichkeit erkennen.

Nehmen wir 200 Grm. *C* als die wahrscheinliche Respirations-Ausscheidung während 24 Beobachtungsstunden an, so bedürfen wir allein zur Deckung dieses Verbrauches 1599 Gr. fettfreies Fleisch. Diese Fleischmenge enthält 54,4 Grm. *N*. Um für diese *N*-Menge die zur Harnstoffbildung erforderliche *C*-Menge zu erhalten, bedarf es einer weiteren Zersetzung von 200 Grm. Fleisch, so dass die erforderliche Fleischmenge 1800 Grm. beträgt mit einem *N*-Gehalte von 61,1 Grm. entsprechend 131,1 Grm. Harnstoff!!

Es wird sich fragen, ob der Mensch im Stande ist, eine so enorme Fleischmenge, beinahe 4 Zollpfund, zu geniessen, zu verdauen und umzusetzen. Besonders gegen das erste Moment lassen sich schon a priori gegründete Bedenken erheben.

Ich gehe sogleich zur Besprechung der drei angestellten Versuche selbst über, indem ich zuerst den der Zeit nach am spätesten angestellten Fleischtag betrachte, weil an diesem eine directe *C*-Bestimmung in der Respirationsluft vorgenommen wurde, was zur Beurtheilung des Resultats ganz unumgänglich nöthig erscheint.

Fleischversuch Nr. I.

Anfang: den 19. Juli 1861, Morgens 9 Uhr,
Ende: den 20. Juli, Morgens 9 Uhr.

Vor dem Versuche hatte die letzte Nahrungsaufnahme am 18., Mittags 1 Uhr stattgefunden. Zwischen dieser und dem Beginne des Versuches waren 20 Stunden verflossen; der Körper befand sich demnach im Zustande der Inanition.

Das Allgemeinbefinden vor Beginn des Versuches war ganz normal.

Die äussere Temperatur während der 24 Beobachtungsstunden betrug im Mittel 21,5° C.

1917 Grm. mageres Kuhfleisch wurden durch Ausschneiden vollkommen vom Fette befreit. Die Zubereitung geschah mit dem möglichen Minimum von Fett, 74 Grm., mit welchem das Fleisch theils gebraten, theils gehackt gedämpft wurde.

Sogleich bei Beginn des Versuches wurden davon 500 Grm. gegessen. Mittags 1 Uhr 1000 Grm. Abends um 7 Uhr wurde der Rest zu nehmen versucht. Der Widerwille gegen das Fleisch war jedoch schon zu einer solchen Höhe gestiegen, nebenbei war das Gefühl der Magenbelästigung schon so bedeutend, dass 48,4 Grm. des zubereiteten Fleisches nicht mehr genossen werden konnten. Getrocknet wog diese Fleischmenge 20,5 Grm., was einem Rohgewicht von 85,1 Grm. entspricht. Es kann also dem Körper nicht mehr als 1832 Grm. rohes fettfreies Kuhfleisch aufgebürdet werden.

Folgende Tabelle stellt die Verhältnisse, wie sie an dem Versuchstage beobachtet wurden, zusammen.

Datum.	K.gew.	Fleisch Grm.	Fett Grm.	Wasser Cc.	Harn Cc.	$\overset{+}{U}$ Grm.	$\overset{--}{U}$	C der Respiration	Koth
19.VII 61.	73140	1832	74	3371	3073	86,3	1,95	231,2	185
20.	72880								108
21.									19

Mit dem Fleische waren 31 Grm. Kochsalz genommen worden. Im Harne fanden sich 26,6 Grm.

Ausserdem wurden noch die Schwefel- und Phosphorsäure im Harne bestimmt. Die enormen Grössen betrugen:

Schwefelsäure 6,76 Grm., Phosphorsäure 7,98 Grm.

Das Befinden war durch Magendrücken sehr gestört, wozu sich noch eine grosse Mattigkeit und Ekel gesellte. Der Durst war sehr bedeutend.

Sogleich nach der ersten Nahrungsaufnahme wurden 185

Grm. Koth entleert, welche als zu früheren Tagen gehörig vom Anfangsgewichte abzuziehen sind. Sonnabend den 20. Juli, 11 Uhr Morgens, zwei Stunden nach Beendigung des Versuches, wurden 108 Grm. entleert. Durch Beeren und Farbe liessen sich 28 Grm. leicht als auch noch auf die Tage vor dem Versuchstag gehörig abgrenzen, 80 Grm. waren Fleischkoth. Der grösste Theil des unverdauten Fleisches war damit schon zur Defaecation gekommen. Am folgenden Tage wurden nur noch 19 Grm. Fleischkoth entleert. Auch nach einer so bedeutenden Fleischmenge, wie sie hier genommen wurde, sehen wir die Verdauung schon nach 24 Stunden beendigt, bei einer geringeren Menge ist dies wohl noch früher anzunehmen. Ich erinnere hier an die Beobachtungen Voit's am Hunde.

Nach Abzug dieser Kothgewichte vom Anfangs- und Endgewichte des Körpers ergeben sich für ersteres 72,927 Kgrm., für letzteres 72,781 Kgrm., eine Gewichtsabnahme von 146 Grm., trotz der Aufnahme der grösstesslichen Fleischmenge.

86,3 Grm. $\overset{+}{U}$ enthalten 40,28 Grm. *N*, 1,95 Grm. $\overline{U}$ 0,65 Grm. *N*, zusammen 40,93 Grm. *N*, entsprechend 1203,9 Grm. Fleisches von der Zusammensetzung des aufgenommenen. Diese Fleischmenge enthält 150,62 Grm. *C*, davon wurden im Harne 17,96 Grm. entleert. Es bleiben demnach für die Respiration noch 132,66 Grm. *C*. Da jedoch im Ganzen in der Athemluft 231,2 Grm. *C* ausgeschieden wurden, so erübrigen noch 98,54 Grm. *C*, welche sicher aus einer anderen Quelle, als der, welche den ausgeschiedenen $\overset{+}{U}$ geliefert, abzuleiten sind. In den 50 Grm. zur Zubereitung des Fleisches verwendeten Fettes wurden 50,27 Grm. *C* eingeführt. Der noch erübrigende Rest, 48,27 Grm., wurde wohl durch Zersetzung nicht *N*-haltiger Körperbestandtheile gewonnen.

Im Kothe[1]) wurden 3,26 Grm. *N* entleert, welche 95,9 Grm. frischen Fleisches entsprechen. Rechnet man dazu die 1203,9 Grm. zersetzten Fleisches, so finden sich in den Excreten die Reste von 1299,7 Grm. Fleisch. 1832 Grm. wurden aufgenommen, 532,3 Grm. verblieben demnach im Organismus.

1) Vergleiche die analytischen Belege.

In Folge des übermässigen Fleischgenusses trotz der enormen Wassereinnahme sehen wir eine Gewichtsabnahme des Körpers eintreten um 146 Grm. Der angenommene Gewichtsverlust an Körperfett beträgt 89,6 Grm. Bedenkt man noch, dass nebenbei noch ein Eiweissansatz von 532,3 Grm. Fleisch stattgefunden hat, so sind wir gedrängt, eine Ausgleichung durch Wasserabgabe anzunehmen, wie sie ebenso bei Hunden bei reichlicher Fleischfütterung und Fleischansatz beobachtet wurde.

Folgendes Schema erleichtert den Ueberblick.

Einnahmen.

	N	*C*
1832 Grm. Fleisch	62,29	229,36
70 - Fett	0	50,27
Zusammen	62,29	279,63

Ausgaben.

86,3 Grm. Harnstoff	40,28	17,26
1,95 - Harnsäure	0,65	0,7
99 - Koth	3,26	14,88
In der Respiration	0	231,21
Zusammen	44,19	264,04

Es ergiebt sich, dass Einnahmen und Ausgaben nicht übereinstimmen. Rechnet man zu den Einnahmen noch 75,14 Grm. Körperfett mit 51,05 Grm. *C*, zu den Ausgaben noch dem Ansatz von Substanz entsprechend 532,3 Grm. rohen Fleisches mit einem *N*-Gehalt von 18 1 Grm. und 66,64 Grm. *C* hinzu, so gleichen sich Einnahmen und Ausgaben aus. Es beträgt dann die Einnahme in Summa 62,29 Grm. *N*, 330,68 Grm. C, die Ausgabe ebensoviel.

In 24 Stunden bei einem Mittelgewichte von 72,85 Kgrm. schied 1 Kgrm. aus:

0,5618 Grm. *N* und 3,42 Grm. *C*.

Das Verhältniss des *N* zum *C* in den Ausscheidungen beträgt:

1 : 6,08!

Fleischversuch Nr. II.

Anfang: den 7. November 1860, 4 Uhr Nachmittags,
Ende: den 8. November, 4 Uhr Nachmittags.

Das in diesem Versuche angewendete Fleisch war Rehfleisch. Es wurde sorgfältig von allem Fette befreit, was um so leichter möglich ist, als die Muskeln des Schenkels wenigstens zwar mit ziemlich viel Fett umgeben, in ihrer Substanz selbst aber ganz fettlos sind.

Der *N*-Gehalt des Fleisches wurde von mir selbst bestimmt, ich fand ihn zu 3,305% des frischen Fleisches.

Der Versuch schloss sich der ersten Reihe mit gleichbleibender Nahrungsaufnahme an.

Die Beobachtung begann Nachmittags 4 Uhr. Um 5 Uhr wurde die grösste Menge des Fleisches und zwar gebraten mit 80 Grm. Fett, auf einmal, 24 Stunden nach der letzten Mahlzeit, genommen; Abends 7 Uhr noch eine ganz kleine Menge als Rest.

Der *C*-Gehalt der Respirationsluft wurde nicht bestimmt.

Folgende kleine Tabelle stellt die beobachteten Verhältnisse zusammen.

Datum.	K.gew.	Fleisch	Fett	Wasser	Salz	Harn	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	Koth
7. XI. 60.	68550	2009	80	1400	14	2260	75	2,11	12,1
8.	67610								0
9.									259
10.									28

Nach dem Essen heftiger Durst, Wasser erregte Brechneigung, darum wurden trotz des Durstes nur 1400 Cc. Wasser getrunken. Bedeutendes Hitzegefühl mit Schweiss. Nachts unruhiger Schlaf, Magendrücken. Am Morgen Kopfschmerz, Brechneigung, Widerwillen gegen jede Nahrung mit grossem Schwächegefühl.

Im Gefolge der Fleischnahrung trat Darmverstopfung ein. Mittwoch den 7. wurden 12 Grm. auf den vorangegangenen Tag gehörigen Kothes entleert. Donnerstag kein Koth. Freitag Morgens 259 Grm., von denen nach der durch Beeren möglich gemachten Abgrenzung 35,5 Grm. auf den Tag vor dem Versuche gehören; am Abend noch 28 Grm. Fleischkoth als Rest desselben. Im Ganzen wurden 251,5 Grm. Fleischkoth entleert mit einem *N*-Gehalt der frischen Substanz von 3,26%; danach berechnen sich für die ganze Kothmenge 8,2 Grm. *N*.

Diese Menge entspricht 248,1 Grm. rohen Rehfleisches, welches Gewicht als nicht resorbirt von dem Aufnahmsgewicht, 2009 Grm. abzuziehen ist. Es dürfen demnach 1760,9 Grm. als wirklich vom Organismus aufgenommen betrachtet werden.[1])

Im Harne wurden 75 Grm. $\overset{+}{U}$ und 2,11 Grm. $\bar{U}$ entleert mit einem *N*-Gehalt von 35,7 Grm. Diese *N*-Menge entspricht 1080,2 Grm. Fleisch. Da nun 1760,9 Grm. verdaut wurden, so müssen 680,7 Grm. im Körper als irgendwie zurückgehalten betrachtet werden.

Die 1080,2 Grm. wirklich zersetzten Fleisches besitzen einen *C*-Gehalt von 135,2 Grm. Die 84 Grm. genossenen Fettes 54,3 Grm. *C*.

Die bisherigen Erfahrungen lassen erkennen, dass 135,2 Grm. *C* für die Respirations-Ausscheidung nicht hinreichend ist. Auch mit dem *C* des mit aufgenommenen Fettes erreicht die für die Respiration verfügbar werdende *C*-Menge noch nicht die bei Hunger beobachtete Höhe, da für den *C* des Harnstoffes und der Harnsäure von dem Gesammtgewicht noch 15,75 Grm. abgezogen werden müssen.

Es erscheint nach diesen Betrachtungen mehr als wahrscheinlich, dass auch hier ein Verbrauch von Körperfett stattgefunden habe. Wie gross derselbe war, lässt sich, da keine *C*-Bestimmung der Athemluft vorgenommen wurde, nicht bestimmen.

Ich mache hier noch auf die grosse, nach der Annahme von Bischoff und Voit beim Hunde, auch hier allein auf Wasserverlust zu beziehende Körpergewichtsabnahme während der 24 Beobachtungsstunden aufmerksam; sie beträgt 1179 Grm. mit Rücksicht auf den Koth.

In 2009 Grm. Fleisch wurden aufgenommen: 66,3 Grm. *N*.
Ausgeschieden wurden:

als Harnstoff	35,0 Grm. *N*,
als Harnsäure	0,7 " "
als Koth	8,2 " "
Zusammen	43,9 Grm. *N*.

1) Ich vergesse hier nicht, dass aus dem Darme zu den Speiseresten auch noch *N*-haltige Stoffe sich zumischen, z. B. Darmepithelien etc. Die Menge derselben kann manchmal wohl ziemlich bedeutend sein, doch glaube ich sie hier bei den grossen in Frage kommenden Mengen wohl ausser Berechnung lassen zu dürfen.

Demnach blieben im Körper zurück: 22,4 Grm. *N*, entsprechend 680,7 Grm. Fleisch.

In 24 Stunden verbrauchte ein Kgrm. bei einem Mittelgewicht von 67,93 Kgrm.:

0,5257 Grm. *N*.

Fleischversuch Nr. III.

Anfang: den 4. Februar 1861, 9 Uhr Morgens,
Ende: den 5. Februar, 9 Uhr Morgens.

Dieser Versuch schloss sich der dritten Versuchsreihe mit gleichbleibender Nahrungsaufnahme an.

Der *C*-Gehalt der Respirationsluft wurde nicht bestimmt.

Der Versuch hat, obwohl hier nur eine geringere Fleischmenge eingenommen wurde, deswegen ein weiteres Interesse, weil es möglich war, auf ihn noch einen Beobachtungstag folgen zu lassen, was bei den beiden anderen Fleischversuchen durch den eingetretenen Gastricismus vereitelt wurde.

Den 3. Februar, Mittags $3^1/_2$ Uhr, wurde vor dem Versuche die letzte Nahrung aufgenommen. Mittags 12 Uhr den 4. Februar, also $20^1/_2$ Stunde nach der letzten Nahrungsaufnahme, wurden 1281 Grm. fettfreien Ochsenfleisches mit 78 Grm. Fett gebraten genossen.

Folgende Tabelle stellt die Beobachtungen zusammen.

Datum.	K.gew.	Fleisch	Fett	Wasser	Harn	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	Koth
4. II. 61.	71090	1281	78	2000	2480	69,44	1,5	91
5.	70110							49
6.								195

Den 4. und 5. Februar wurden zusammen 140 Grm. Koth entleert, welche auf die Tage vor dem Versuchstage zu beziehen sind. Den 6. wurden 195 Grm. Fleischkoth, aller, entleert mit 5 Grm. *N*. 5 Grm. *N* entsprechen 147 Grm. rohen Fleisches, welche ich mit Vorbehalt der obigen in der Anmerkung gegebenen Einschränkung von dem genossenen als unverdaut abziehe. Es wurden demnach 1134 Grm. Fleisch wirklich verdaut.

69,44 Grm. $\overset{+}{U}$ und 1,5 Grm. $\overline{U}$ enthalten 32,91 Grm. *N*, entsprechend 969 Grm. Fleisch. 166 Grm. des genossenen Fleisches wurden demnach im Organismus zurückgehalten.

953,2 Grm. Fleisch enthalten 119,3 Grm. *C*. Im Harne

wurden 14,4 Grm. entleert; es bleiben demnach für die Respiration 104,9 Grm. *C*. 78 Grm. Fett enthalten 61,7 Grm. *C*. Auch hier muss angenommen werden, dass noch neben der Nahrung Fett vom Körper verbraucht worden sei, um das Respirationsbedürfniss zu decken.

Die Abnahme des Körpers beträgt mit Berücksichtigung des Kothes 1085 Grm.

In 1281 Grm. Fleisch wurden gegeben: 43,55 Grm. *N*.

Ausgeschieden wurden:

als Harnstoff	32,41	Grm.	*N*,
als Harnsäure	0,5	-	„
als Koth	5,0	-	„
Zusammen	37,91	-	„

Im Körper blieben zurück: 5,64 Grm. *N*, entsprechend 166 Grm. Fleisch.

Bei einem Mittelgewicht von 70,43 Kgrm. schied in 24 Stunden 1 Kgrm. im Harne aus:

0,4672 Grm. *N*.

An den Fleischtag schloss sich noch ein Versuchstag an — vergleiche Versuchsreihe Nr. III. —, an welchem in der Nahrung neben einer genügenden *C*-Menge 17,91 Grm. *N* gegeben wurde.

Es wurden 49,9 Grm. $\overset{+}{U}$ und 2,2 Grm. $\overline{U}$ ausgeschieden mit einem *N*-Gehalt von 24,02 Grm. Dazu kommen im Kothe noch 1,7 Grm. *N*, so dass im Ganzen 25,72 Grm. entleert wurden, 7,81 Grm. mehr als in der Nahrung enthalten waren.

In der Nahrung wurden gegeben: 17,91 Grm. *N*.

Ausgeschieden wurden:

als Harnstoff, 49,9 Grm.:	23,29	Grm.	*N*,
als Harnsäure, 2,2 -	0,73	-	„
als Koth	1,70	-	„
Zusammen	25,72	-	„
Ein Ueberschuss von	7,81	-	„

Wir sehen in diesem Falle nach einer bedeutenden *N*-Zufuhr die *N*-Ausscheidung den folgenden Tag noch gesteigert.

Gegen eine Zurückhaltung des $\overset{+}{U}$ im Blute und Ausscheidung am folgenden Tage spricht der Umstand, dass in dem vorhergehenden Versuch mit 1851 Grm. Fleisch durchaus nicht das mögliche Maximum der $\overset{+}{U}$-Ausscheidung erreicht war.

Aus den drei Fleischtagen ergiebt sich für das untersuchte Individuum:

1. Trotz der aufgenommenen grossen Fleischmengen sehen wir in jedem Falle eine nicht unbedeutende Gewichtsabnahme eintreten.

2. Rechnet man aus der im Harne entleerten *N*-Menge auf Fleischzersetzung, so ist die so gefundene Fleischmenge nicht genügend, allen für die Respirationsausscheidung nöthigen *C* zu liefern. In dem ersten Versuche wurde dies durch die directe *C*-Bestimmung nachgewiesen. In den beiden letzten würde die allein durch Fleischzersetzung gelieferte *C*-Menge nur um ein Geringes die bei Hunger ausgeschiedene C-Menge überschreiten; es ist darum mit Sicherheit anzunehmen, dass auch hier dasselbe Verhältniss stattgefunden habe.

Ich war nicht im Stande, durch die Aufnahme von den grösstmöglichen Quantitäten Fleisches den Gesammtstoffverbrauch zu decken.

3. Wie schon die im Vorstehenden formulirte Erfahrung gegen die Möglichkeit einer alleinigen Ernährung des Menschen mit Albuminaten spricht, so macht diese Möglichkeit die weitere Erfahrung noch unwahrscheinlicher, dass, wenn die theoretisch geforderte Fleischmenge aufgenommen wurde, beide Male ein ziemlich bedeutender Gastricismus eintrat.

4. Für die Lehre von der Verdauung ergiebt sich der nicht unwichtige Satz, dass es nicht gleichgültig sei, ob man dem Organismus auf ein oder mehrere Male die Verdauung einer bestimmten Fleischmenge zumuthet.

In Fleischversuch Nr. II. und Nr. III. wurden die bedeutenden Fleischmengen auf ein Mal genossen. Bei Nr. I. in mehreren Sitzungen.

Bei Nr. I. wurden im Kothe 3,26 Grm. *N* — entsprechend einer Fleischmenge von 96 Grm. — entleert. Von den 1832 Grm. zugeführten Fleisches wurden 5,24% nicht aufgenommen.

Bei Nr. II. wurden in 251,5 Grm. Koth 8,2 Grm. *N* — entsprechend 248 Grm. Fleisch — entleert. Von 2009 Grm. wurden 12,34% nicht aufgenommen.

Bei Nr. III. wurden im Kothe 5 Grm. *N* entleert, entspre-

ehend 147 Grm. Fleisch. Von 1281 Grm. Fleisch wurden 12,18% nicht verdaut.

Die Verdauungsgrösse für Fleisch bei einmaliger Nahrungszufuhr beträgt demnach 88%.

Bei mehrmaliger Zufuhr kann die Verdauungsgrösse auf 95% gesteigert werden.

Die Uebereinstimmung der vorliegenden Resultate mit den von B. und V. am Hunde gefundenen ist weniger deutlich als bei den vorhergehenden. Wir treffen hier auf Unterschiede des Omnivoren von den Fleischfressern in Beziehung auf die Ernährung.

Der nur halb so schwere von B. und V. zu ihren Untersuchungen benutzte Hund vermag ganz gut 2500 Grm. ausgeschnittenes, fettfreies Fleisch zu fressen, zu verdauen und umzusetzen; der Mensch vermag dies nicht, wenigstens nicht das untersuchte Individuum. Es tritt hier gewiss die Einwirkung der Gewöhnung unseres Darmes an gemischte und darum weniger reichliche Kost in Wirksamkeit.

Die Beobachtung jedoch, dass von dem aufgenommenen Fleische angesetzt wurde, während noch Fett vom Körper sich verbrauchte, steht wie es scheint noch principieller einer vollkommenen Identificirung des Menschen mit dem Hunde in Beziehung auf seine Ernährungsverhältnisse entgegen. Bei letzterem wurde dies, soviel mir bekannt, bisher noch niemals beobachtet.

Ich glaube annehmen zu müssen, dass dies Verhältniss darin seinen Erklärungsgrund finde, dass, wie dies schon oben angegeben, der Mensch im Vergleiche mit dem Hunde bei weitem fettreicher und eiweissärmer zu sein pflegt, sich meist in einem gemästeten Zustand befindet. Es wird dadurch unmöglich, das Fett von der Concurrenz an der Ernährungsarbeit auszuschliessen.

Es ist jedoch nicht ganz unwahrscheinlich, dass vollkommen gesunde, möglichst fettlose Menschen im Gegensatze zu meinen Beobachtungen im Stande sein könnten, allein mit Aufnahme von Albuminaten, wie dies der Hund im Stande ist, das Ausscheidungsgleichgewicht zu erreichen.

In folgender Tabelle stelle ich die Resultate der drei vorliegenden Versuchstage übersichtlich zusammen.

Tabelle über drei Tage mit Fleischnahrung.

Datum.	Mittl. Körpergewicht in Kg.	Gewichts-Abnahme.	Nahrung.			Ausscheidungen.						
			Fleisch	N	C	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	N	C in Harn u. Respir.	C des zers. Fleisches, a. d. N ber.	Koth	N
19.VII.61	72,85	146	1832	62,3	229,4	86,3	1,95	40,93	249,2	150,6	99	3,26
7. XI. 60	67,91	1179	2009	66,3	251,5	75	2,11	35,7	?	135,2	251	8,2
4. II. 61	70,41	1084	1281	43,6	146,4	69,4	1,5	32,9	?	119,3	195	5

3. Stickstofflose Nahrung.

Versuchstag mit stickstoffloser Nahrung.

Anfang: den 24. Juli 1861, Morgens 9 Uhr.
Ende: den 25. Juli, Morgens 9 Uhr.

Die letzt vorhergehende Nahrungsaufnahme erfolgte den 23. Juli, Mittags 1 Uhr. Bis zu Beginn des Versuchs waren demnach 20 Stunden verflossen.

Die C-Ausscheidung durch Haut und Lungen wurde direct bestimmt.

Das körperliche Befinden bei Beginn des Versuches war normal.

Die äussere Temperatur betrug im Mittel während der 24 Beobachtungsstunden 22,5° C.

Als Nahrung wurde Zucker, Stärkemehl und Fett aufgenommen. Ersterer wurde als Zuckerwasser getrunken. Die Stärke wurde mit Wasser verrührt und mit 12 Grm. Salz in Fett gebacken.

Das Uebrige ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

Datum.	K. gew.	Stärke.	Zucker.	Fett	Wasser Cc.	Harn Cc.	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	C der Resp.	Koth
24.VII.61	72520	300	100	150	1321	758	17,1	0,54	200,3	96
25.	72810									88

Bei Beginn des Versuches um 9 Uhr Morgens wurde die erste Hälfte der Nahrung, Mittags 12½ Uhr die zweite genommen. Der Rest erregte einen fast unüberwindlichen Widerwillen. Am Nachmittag grosse Mattigkeit mit einem lästigen Gefühl von Uebersättigung.

Sogleich nach der ersten Nahrungsaufnahme wurden 96 Gr. Koth entleert, die als nicht zu dieser Ernährung gehörig nicht in Betracht kommen. Den 25. wurden 88 Grm. Stärkekoth, durch Beeren abgegrenzt, ausgeschieden. Er enthielt 69% Wasser und 31% feste Stoffe. Die trockene Substanz enthielt 54,8% *C*. In der entleerten Kothmenge waren demnach 14,95 Grm. Kohlenstoff enthalten.

Die *N*-Bestimmung verunglückte. Mit Berücksichtigung der Kothmengen ergeben sich für das Anfangs-Körpergewicht 72425 Grm., für das Endgewicht 72722 Grm., demnach eine Gewichtszunahme von 297 Grm.

Diese Gewichtszunahme ist um so bemerkenswerther, als die *N*-Ausscheidung in den Nieren einen ungedeckten Verlust des Körpers an *N* haltiger Substanz erkennen lässt.

Im Harne wurden 17,1 Grm. Harnstoff und 0,54 Grm. Harnsäure entleert, welche zusammen 8,16 Grm. *N* enthalten.

Berechnet man diese *N*-Menge auf Albumin, so ergiebt sich eine Zersetzung während der 24 Beobachtungsstunden von 51,547 Grm.

In der Nahrung wurden aufgenommen: 254,68 Grm. *C*, dazu die *C*-Menge des zersetzten Albumins mit 28,268 Grm., ergiebt 282,95 Grm. *C*. Im Kothe wurde ausgeschieden 14,95 Grm. *C*, im Harne 3,61 Grm. = 18,56 Grm. Durch die Respiration wurden 200,5 Grm. *C* ausgeschieden. Es blieben demnach 64 Grm. *C* im Körper zurück, entsprechend 81,5 Grm. Fett.

Es wird neben einem ungedeckten *N*-Verbrauch ein *C*-Ansatz wahrscheinlich. Doch reicht dieser Ansatz nicht hin, um die ganze Gewichtszunahme des Körpers während des Beobachtungstages zu erklären, wir haben eine Ausgleichung durch Wasseransatz noch nebenher anzunehmen. Auch B. und V. beobachteten beim Hunde bei ungenügender *N*-haltiger Nahrung, z. B. Brodfütterung die von mir gesehene Zunahme und erklärten sie aus Wasseransatz. Ein directer Versuch an der Katze erwies in einem solchen Falle einen grösseren Wasserreichthum der Gewebe.

Folgendes Schema stellt die Verhältnisse zusammen.

Einnahmen.

	N	*C*
150 Grm. Fett	0	109,91
300 - Stärke	0	114,5
100 - Zucker	0	38,27
Zusammen	0	254,68

Ausgaben.

17,1 Grm. Harnstoff	7,98	3,42
0,54 - Harnsäure	0,18	0,19
95 - Koth	?	18,79
In der Respiration	0	200,5
Zusammen	8,16	222,9

Bei einem Mittelgewicht von 72,57 Kgrm. wurden während 24 Beobachtungsstunden 2,775 Grm. *C* und 0,1124 Grm. *N* von 1 Kgrm. in Zersetzungsproducten ausgeschieden.

Das Verhältniss des verbrauchten *N* zum *C* ist wie

1 : 24,74.

In folgender kleinen Tabelle stelle ich die Mittelzahlen, welche bei Hunger gewonnen wurden, neben die hier gewonnenen Resultate.

In beiden Fällen betrachte ich nur die Ausscheidungen durch Nieren und die Respiration.

Die Zahlen sind auf 1 Kgrm. und 24 Beobachtungsstunden berechnet.

	Hunger.	*N* lose Nahrung.
N	0,126	0,112
C	2,59	2,775
N : *C*	1 : 20,5	1 : 24,7

Es ergiebt sich hieraus:

1. Die *N*-Ausscheidung durch die Nieren scheint gegen die bei Hunger durch Aufnahme von Kohlehydraten etwas herabgedrückt werden zu können, wie dies V. und B. bei dem Hunde gefunden haben.

2. Die *C*-Ausscheidung wird nur ein wenig gesteigert. Dadurch wird das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss in den Ausscheidungen etwas zu Gunsten des *C* geändert.

3. In Beziehung auf das Gesammt-Körpergewicht kommen wir hier wie Bischoff und Voit zu dem Schlusse, dass sich aus seiner alleinigen Berücksichtigung beim Menschen nichts über Aenderungen des Ernährungszustandes aussagen lasse, da Fleisch, Fett und Wasser sich gegenseitig ausgleichen können.

Wir bemerken eine ungedeckte Abnahme an *N* haltiger Körpersubstanz — 8,16 Grm. *N* entsprechen 240 Gr. Fleisch — und doch sehen wir eine Gewichtszunahme von nahezu 300 Grm. eintreten und haben bei Fleischansatz eine Abnahme des Gewichts gesehen!

Das Körpergewicht ist kein directes Maass für den Ernährungszustand.

Alle Berechnungen auf 1 Kgrm. Körpergewicht bekommen durch die Möglichkeit der Wasserabgabe oder des Wasseransatzes, welche wir abwechselnd in den im Vorstehenden mitgetheilten Versuchen constatirten, einen gewissen relativen Fehler.

III.

Resultate.

Die vorliegende Untersuchung wurde, wie schon Eingangs mitgetheilt worden, unternommen, um die Stoffwechselverhältnisse des Menschen zu vergleichen mit den Ergebnissen, welche von den Herren Bischoff und Voit am Hunde gewonnen waren.

In der Natur der Sache liegt es, dass eine derartige Untersuchung wenigstens am Menschen wohl stets wegen der vielfältig sich entgegen stellenden Schwierigkeiten an mannichfaltigen Unvollkommenheiten leiden werde.

Ich sehe nur zu gut ein, dass meine Untersuchung viel zu wenig umfangreich ist, um selbständig aus ihr die Ernährungsgesetze des Menschen ableiten zu können. Dazu ist nur ein geringer Anfang gemacht, das Meiste würde noch zu thun bleiben. Besonders sind es die Schwierigkeiten, welche der Ekel vor der einzunehmenden Nahrung bereitet, welcher über-

wunden werden muss, um die Versuche, die bei mir nur wenige Tage im Maximum, meist nur einen Tag, umfassen, mit den längeren Versuchsreihen, die am Hunde leicht anzustellen waren, in vollkommene Vergleichbarkeit zu bringen.

Soviel steht jedoch fest, dass keines meiner thatsächlichen Resultate im Widerspruch mit den von Bischoff und Voit am Hunde gefundenen stehe, so dass es demnach scheint, als dürften wir ziemlich rückhaltslos die Verhältnisse als im Wesentlichen gleich ansehen.

Den einzigen Unterschied scheinen die Versuche mit übermässiger Fleischzufuhr zu ergeben; doch wage ich nicht, darauf ein entscheidendes Gewicht zu legen, da es zu leicht möglich sein könnte, dass nur ganz individuelle Verhältnisse hier zur Geltung gekommen seien.

Im Folgenden stelle ich die Einzelresultate meiner Untersuchung zusammen. Sie stehen mit denen von B. und V. am Hunde gefundenen in so grosser Ausdehnung in Uebereinstimmung, dass ich es vorziehe, dies hier, als später stets im Einzelnen wieder, auszusprechen.

1. Ueber Harnstoff und Harnsäure.

Bei einem gesunden ruhenden Menschen von 70 Kgrm. Durchschnittsgewicht vermag die Harnstoffausscheidung in bedeutenden Grenzen zu schwanken.

Als Minimalzahl fand ich: 17,02 und 17,1 Grm.
in 24 Stunden, erstere bei Hunger, letztere bei stickstoffloser Kost.

Als Maximalzahl fand ich: 86,3 Grm.
in 24 Stunden nach einer aufgenommenen Fleischmenge von 1832 Grm.

Die Minimalzahl verhält sich zur Maximalzahl wie 1 : 5.

Beim Hunde fanden Bischoff und Voit, trotzdem dass er nur die Hälfte des Gewichts des Menschen hat, viel grössere Schwankungen von 9—183 Grm. $\overset{+}{U}$.

Auch die Schwankungen der Harnsäureausscheidungsgrösse sind sehr bedeutend. Doch llen letztere wenigen

in die Augen, da die Ausscheidungsgrösse der Harnsäure stets eine sehr verschwindend kleine bleibt.

Sie schwankt in 24 Beobachtungsstunden von einem kaum noch nachweisbaren Minimum bei Hunger: 0,033 Grm., bis zu 2,2 Grm. am Tage sehr reichlicher Fleischnahrung und den Tag nach einer solchen.

Nehmen wir 0,24 Grm., eine Grösse, welche zweimal beobachtet worden, als die Ausscheidungsmenge bei Hunger an, so verhält sich diese Minimalzahl zur Maximalgrösse wie 1 : 9.

Um den Einfluss des N-Gehaltes der Nahrung sowohl auf Harnstoff- als Harnsäure-Ausscheidung leicht überblicken zu können und um das Verhältniss dieser Ausscheidungen zu einander — die Harnsäure-Ausscheidungsgrösse = 1 gesetzt — nach den wechselnden Ernährungsbedingungen zu demonstriren, gebe ich folgende tabellarische Zusammenstellung.

Die Tabelle steigt von dem Minimum der Stickstoff-Nahrung — Hunger und stickstofflose Kost — bis zum Maximum derselben.

Datum.	$\bar{U}$	$\overset{+}{U}$	$\bar{U} : \overset{+}{U}$	Nahrung.
22. XI. 60.	0,24	17,02	1:71	0
21. VI. 61.	0,033	22,28	—	0
2. VII. 61.	0,24	18,3	1:76	0
24. VII. 61.	0,54	17,1	1:32	Kohlenhydr.
15. VII. 61.	0,58	35,5	1:61	15,22 Grm. N
16.	0,7	30,7	1:44	„
17.	0,95	32,6	1:34	„
18.	0,5	32,1	1:64	„
19.	0,73	31,3	1:43	„
20.	0,6	31	1:52	„
22.	0,6	29,3	1:49	„
4. XII. 60	0,77	30,8	1:40	15,3 Grm. N
5.	0,84	31,9	1:38	„
6.	0,79	36,5	1:46	„
26. I. 61.	0,9	41	1:46	18 Grm. N
27.	0,93	39,3	1:42	„
28.	0,75	38,1	1:51	„
29.	0,8	39,3	1:49	„
30.	0,94	38,3	1:41	„
31.	0,83	37,9	1:46	„
1. II. 61.	0,78	37,8	1:48	„
2.	0,96	38,3	1:40	„
5. II. 61.	2,2	49,9	1:23	„

Datum.	$\overline{U}$	$\overset{+}{U}$	$\overline{U} : \overset{+}{U}$	Nahrung.
31. X. 60.	1,04	42,07	1:41	19,56 Grm. N
1. XI. 60.	1,11	47,8	1:43	"
2.	1,12	51,4	1:46	"
3.	1,125	47,3	1:42	"
4.	1,07	38,2	1:36	"
5.	0,68	38,4	1:56	"
6.	1,03	40,1	1:39	"
3. II. 61.	1,1	42,7	1:39	25,13 Grm. N
4. II. 61.	1,5	69,4	1:46	43,55 Grm. N
19. VII. 61.	1,95	86,3	1:43	62,29 Grm. N
7. XI. 60.	2,11	75	1:36	66,3 Grm. N

Als Resultate ergeben sich aus den tabellarisch mitgetheilten Bestimmungen folgende Schlüsse:

1. Bei vollkommen gleicher N-Zufuhr für mehrere Versuchstage findet Anfangs eine ziemlich wechselnde Harnstoffausscheidung statt, erst nach einigen Tagen wird sie ziemlich gleichmässig. Dann ist die im Harnstoff ausgeschiedene N-Menge der in der Nahrung zugeführten ziemlich genau gleich.

2. Im Hunger wird das Minimum des Harnstoffes ausgeschieden.

3. Durch Nahrungszufuhr allein, abgesehen von ihrer Zusammensetzung, wird die $\overset{+}{U}$-Ausscheidung nicht gesteigert. Bei rein N-freier Kost sinkt die Harnstoffmenge auf das bei Hunger beobachtete Minimum.

4. Steigerung der N-Zufuhr steigert die Harnstoffausscheidung. Doch steht, wenigstens während der ersten 24 Beobachtungsstunden, die Steigerung der Ausscheidung nicht in einem directen Verhältniss zur Steigerung der Zufuhr.

5. Steigerung der N Zufuhr vermehrt nicht nur am betreffenden, sondern auch noch am folgenden Tage die Harnstoffausscheidung. — Cfr. 1. II. 61. — 5. II. 61.

Hunger bewirkt noch für den folgenden Tag Minderung. — Cfr. 20.—22. VI. 61.

In Beziehung auf die Erklärung, welche B. und V. allen diesen von ihnen auch beobachteten Verhältnissen geben, verweise ich auf ihr oft citirtes Werk.

6. Alle für den Harnstoff hier gefundenen Sätze

gelten ebenfalls für die Harnsäure, mit der einzigen Ausnahme, dass bei *N*freier Kost, wobei der Harnstoff das Minimum der Ausscheidung zeigte, die Harnsäure sich um Etwas über diesem hielt.

Wie der Harnstoff, so steigt und fällt die Harnsäure-Ausscheidung mit der Menge der *N*-Zufuhr,

7. und zwar scheint es, als ob beide in einer bestimmten Proportion ausgeschieden würden.

Die Bestimmungsmethode der Harnsäure, welche von mir bei den vorliegenden Untersuchungeu angewendet wurde, ist mit einem bestimmten und zwar fast genau constanten Fehler behaftet, welcher alle gewonnenen Resultate etwas zu klein ausfallen lässt. Daher scheint es zu kommen, dass besonders bei geringen Harnsäurequantitäten, das Verhältniss plötzlich zu Gunsten des Harnstoffes steigt; während es sich bei grösseren Harnsäuremengen in ziemlich engen Grenzen bewegt, weil hier sich der Fehler der Methode weniger geltend machen kann.

Eine Ausnahme macht der Versuchstag 5. II. 61, an welchem in Folge einer enormen Fleischzufuhr am vorausgehenden Tage, die Harnsäuremenge noch mehr gesteigert erscheint als der Harnstoff.

Betrachten wir die Mittelzahlen aus einer Reihe von Einzelbeobachtungen, so ergiebt sich die Constanz der Proportion noch deutlicher.

Bei Hunger ist das Verhältniss im Mittel von zwei Beobachtungen wie 1 : 73.

Bei einer Beobachtung mit *N*-freier Kost wie
1 : 32.

Bei 15,22 Grm. *N* im Mittel aus 7 Beobachtungen wie
1 : 49.

Bei 15,3 Grm. *N* im Mittel aus 3 Beobachtungen wie
1 : 41.

Bei 18 Grm. *N* im Mittel aus 8 Beobachtungstagen wie
1 : 45.

Bei 19,56 Grm. *N* im Mittel aus 7 Beobachtungstagen wie
1 : 43.

In den Einzelbeobachtungen mit sehr bedeutender *N*-Zufuhr ist das Verhältniss wie

1 : 39, 1 : 46, 1 : 43 und 1 : 36.

Im allgemeinen Durchschnitt aus allen den vorliegenden Beobachtungen ergiebt sich das mittlere Verhältniss der Harnsäure-Ausscheidungsgrösse zu der des Harnstoffs wie

1 : 45.

Ich glaube annehmen zu dürfen, dass nur unter ganz besonderen Einflüssen — cfr. 5. II. 61. — sich dieses Verhältniss um ein Bedeutendes ändert. Die Verhältnisszahl ist jedoch sicher zu Gunsten des Harnstoffs etwas zu gross, was aus dem Grunde zu erklären ist, dass bei der Berechnung derselben die nach der negativen Seite procentisch ziemlich fehlerhaften Harnsäurebestimmungen bei sehr geringen Quantitäten derselben mit berücksichtigt wurden. Mit alleiniger Berücksichtigung der grösseren Harnsäuremengen rechnet sich das Verhältniss wie 1 : 43, was der Wahrheit vielleicht noch näher kommen würde.[1])

---

2. Kohlenstoffausscheidung durch Haut und Lungen.

1. Um die Grösse der *C*-Ausscheidung in der Respiration und ihre Schwankungen unter physiologischen Verhältnissen zu bestimmen, schien es wünschenswerth, dieselben unter den ganz gewöhnten uncontrollirten Bedingungen der alltäglichen Ernährungsweise zu untersuchen.

Es wurde darum die 24stündige *C*-Ausscheidung durch Haut und Lungen bestimmt bei der gewöhnlichen Kost der gebildeten Stände. Folgende kleine Tabelle giebt die Resultate dieses Versuches.

Datum.	K.Gewicht	Harn Cc.	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	*C* der Respirat.	Koch-salz.	Koth
10. VII. 61.	73100	2380	40	0,53	215,7	22,4	0
11.	72780						503

Die Gewichtsabnahme während des Versuchstages ist nur

1) Man vergleiche die Beobachtungen meines Bruders Dr. H. Ranke über Harnsäure-Ausscheidung. Habilitationsschrift. München 1858.

eine scheinbare, da von den 503 Grm. Koth 356 noch von den Tagen vor dem Versuchstage im Darme waren.

Wir finden demnach als Normalzahlen für die C-Ausscheidung durch Haut und Lungen in 24 Stunden und für die Ausscheidungen im Harne:

für Haut und Lungen:	für den Harn:
791,1 Grm. CO_2	40 Grm. $\overset{+}{U}$ } = 18,85 N.
= 215,7 Grm. C.	0,53 Grm. $\overline{U}$ } = 8,2 C.

Die Gesammtmenge des ausgeschiedenen C beträgt 223,9 Gr.

Das Verhältniss des N zum C in den Ausscheidungen beträgt:

1 : 12.

Während 24 Beobachtungsstunden scheidet 1 Kgrm. aus:

0,259 Grm. N und 2,962 Grm. C.

2. Ganz analog diesem Versuche verhält sich der Versuch am 19. VI. 61. aus der vierten Versuchsreihe mit gleichbleibender Nahrungsaufnahme.

Hier wurden ausgeschieden:

durch Haut und Lungen:	im Harne:
759,5 Grm. CO_2	31,3 $\overset{+}{U}$ } 14,84 Grm. N
= 207 Grm. C.	0,73 $\overline{U}$ } = 6,52 Grm. C.

Die Gesammtmenge des ausgeschiedenen C beträgt 213,52 Gr.

Das Verhältniss des N zum C in den Ausscheidungen beträgt:

1 : 14.

Während 24 Beobachtungsstunden schied bei einem Mittelgewicht von 73,85 Kgrm. 1 Kgrm. aus:

0,2 Grm. N und 2,9 Grm. C.

3. Bei Hunger wurden 3 Versuchstage beobachtet.

a) 22. XI. 60. Es wurden bestimmt:

in der Respiration:	im Harne:
187? Grm. C.	8,024 Grm. N,
	3,65 Grm. C.

b) 21. VI. 61. Es wurden gefunden:

in der Respiration:	im Harne:
662,9 Grm. CO_2.	10,4 Grm. N.
= 180,8 Grm. C.	4,46 Grm. C.

Im Ganzen wurden 185,26 Grm. C ausgeschieden.

Auf 1 Kgrm. berechnet war die 24stündige Ausscheidung:

0,1427 Grm. N und 2,54 Grm. C.

$N : C = 1 : 17$.

c) 2. VII. 61 wurden gefunden:

in der Respiration:	im Harne:
663,5 Grm. CO_2.	8,62 Grm. N.
= 180,9 Grm. C.	3,75 Grm. C.

Im Ganzen wurden 184,65 Grm. C ausgeschieden. Auf 1 Kgrm. treffen:

0,12 Grm. N und 2,572 Grm. C.

$N : C = 1 : 21$.

4. Bei nur stickstoffloser Nahrung wurde eine C-Bestimmung in der Athemluft gemacht. Es wurde gefunden:

in der Respiration:	im Harne:
735,2 Grm. CO_2	8,16 Grm. N.
= 200,5 Grm. C.	3,6 Grm. C.

Im Ganzen wurden 204,1 Grm. C ausgeschieden. Auf 1 Kgrm. treffen:

0,1124 Grm. N und 2,775 Grm. C.

$N : C = 1 : 25$.

5. Ein Versuch wurde den 19. VII. 61 mit dem Genusse von 1832 Grm. Fleisch angestellt. Es wurde ausgeschieden:

durch Haut und Lungen:	im Harne:
847,5 Grm. CO_2	40,93 Grm. N.
= 231,1 Grm. C.	17,96 Grm. C.

Die Gesammtmenge des ausgeschiedenen C betrug 249,06 Grm. in 24 Stunden. Auf 1 Kgrm. treffen:

0,5618 Grm. N und 3,42 Grm. C.

$N : C = 1 : 6$.

6. Um womöglich das Maximum der C-Ausscheidung in der Respiration zu erfahren, wurde im Respirationsapparate die grösstmögliche Menge von Essen genommen, bis zum vollkommensten Ueberdrusse. Der Versuch begann den 16. VII. 61, Morgens 9 Uhr, und dauerte bis den folgenden Morgen 9 Uhr.

Die aufgenommene Nahrung wurde weder nach Qualität noch Quantität genau bestimmt. Besondere Rücksicht wurde

auf den Genuss fetter Speisen und von Zucker und Amylaceen genommen.

Folgende kleine Tabelle giebt die Beobachtungsresultate.

Datum.	K. Gew.	Harn Cc.	$\overset{+}{U}$	$\overline{U}$	C der Respiration.	Kochsalz
16. VII 61.	73570 74870	2780	45,1	1,09	252,4	33,8

Es stellt sich in Folge des Versuches eine bedeutende Gewichtszunahme des Körpers heraus. Der Koth wurde nicht bestimmt, nehmen wir 300 Grm. an, so bleibt noch immer eine Körperzunahme von 1000 Grm. = 2 Pfd.

Trotz der Grösse des Mahles sehen wir die Harnstoffmenge nicht sehr bedeutend gesteigert. Die Harnsäuremenge geht proportional mit dem Harnstoff aufwärts. Das Verhältniss ist wie 1 : 41, der mittleren Verhältnisszahl demnach sehr nahe.

Die Kochsalzausscheidung ist sehr bedeutend: die höchste bei meinen Versuchen beobachtete!

Bei einem Mittelgewicht von 74,22 Kgrm. wurden in 24 Stunden ausgeschieden:

durch Haut und Lungen:	im Harne:
925,6 Grm. CO_2	21,4 Grm. N.
= 252,4 Grm. C.	9,4 Grm. C.

Die Gesammtmenge des ausgeschiedenen C beträgt demnach:

261,8 Grm.

Auf 1 Kgrm. treffen in 24 Stunden:

0,2883 Grm. N und 3,527 Grm. C.

$N : C = 1 : 12$.

In folgender Tabelle sind die Beobachtungsresultate zusammengestellt.

Datum.	K. gew.	Nahrung.	CO_2 der Resp.	C der Resp.	Gesammtmenge des C	Gesammtmenge des N	1 Kg. schied aus C	1 Kg. schied aus N	$N:C$
10. VII. 61	72,68	unbest. gem.	791,1	215,7	223,9	18,85	2,926	0,259	1:12
19. VII	73,85	bestimmt gem	759,5	207	213,52	14,84	2,9	0,2	1:14
21. VII.	72,87	0	662,9	180,8	185,26	10,4	2,54	0,1427	1:17
2. VII.	71,79	0	663,5	180,9	184,65	8,62	2,572	0,12	1:21
24. VII.	72,57	N lose Nahrg.	735,2	200,5	204,1	8,16	2,775	0,1124	1:25
19. VII.	72,85	1832 G. Flsch.	847,5	231,1	249,06	40,93	3,42	0,5618	1: 6
16. VII.	74,22	Max. d. Nahr.	925,6	252,4	261,8	21,4	3,527	0,2883	1:12

Während wir bei der N-Ausscheidung durch die Nieren Schwankungen von 8,16 bis zu 40,93 Grm., wie 1 : 5, beobachten, so sehen wir dagegen die C-Ausscheidung durch Haut und Lungen in nur sehr geringen Grenzen schwanken: von 180,8 bis zu 252,4 Grm. in 24 Beobachtungsstunden. Das Minimum verhält sich zum Maximum der Ausscheidung wie 1 : 1,4.

In Folge dieser Schwankungen in der N-Ausscheidung und Constanz in der C-Abgabe sehen wir das Verhältniss dieser beiden Ausgaben in sehr weiten Grenzen sich bewegen.

Das Minimum ist 1 : 6; das Maximum 1 : 25.

Bemerkenswerth scheint, dass bei gemischter Kost von ganz verschiedenen Quantitäten der Aufnahmsgrössen das Ausscheidungsverhältniss beide Male 1 : 12 ist.

Ich enthalte mich vorerst weiterer Schlüsse, da die hier mitgetheilten Zahlen zur definitiven Feststellung irgend eines Gesetzes der Respirationsausscheidung noch nicht ausreichen.

Als Mittelzahl für die Haut- und Lungenausscheidung eines gesunden ruhenden Menschenorganismus der angegebenen Constitution muss für das Erste die Grösse von:

211 Grm. C

betrachtet werden, als Maximalgrösse dieser Ausscheidung:

252,4 Grm. C.

IV.

Analytische Belege und Methoden.

1. Harnstoffbestimmung.

Sie wurde nach der Liebig'schen Methode ausgeführt. Um ihre Genauigkeit unter meinen Händen zu prüfen, wurde folgender Versuch angestellt.

Es wurde bei gewöhnlicher Kost am 20. Februar 1861 von 9 Uhr Morgens bis zum folgenden Morgen 9 Uhr aller Harn aufgefangen: 3150 Cc. sp. G. 1011.

1. Es wurden nach der Liebig'schen Methode 4 verschiedene, stets frisch gemachte Proben untersucht, ohne Ausfällung

des Chlors. Es ergaben sich für den Verbrauch an Cc. der Quecksilberlösung:

I.	10,5 Cc.	in je 10 Cc. Harn.
II.	10,3 Cc.	
III.	10,6 Cc.	
IV.	10,6 Cc.	

Die grösste Differenz ist 10,3—10,6 Cc. Die Schwankungen des Resultates betragen im Maximum 0,3 Cc. Quecksilberlösung bei der Harnstoffbestimmung in 10 Cc. Harn. Auf die ganze Harnmenge: 3150 Cc., berechnet, beläuft sich der Fehler auf 94,5 Cc. der Lösung. Da 1 Cc. der Titrirflüssigkeit 0,01185 Grm. Harnstoff entspricht, so beträgt die Verschiedenheit des Gesammtresultates: 1,12 Grm. Harnstoff = 0,522 Grm. *N*.

2. Nach Ausfällung des Chlors mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyde erforderten 10 Cc. Harn noch 9,2 Cc. titrirter Quecksilberlösung, entsprechend: 0,10902 Grm. Harnstoff = 0,05088 Grm. *N*.

In 100 Cc. desselben Harnes waren enthalten 0,0167 Grm. Harnsäure; in 10 Cc. demnach 0,00167 Grm. mit einem *N*-Gehalte von 0,00056 Grm.

Harnstoff und Harnsäure zusammen enthielten demnach 0,05144 Grm. *N*.

3. 10 Cc. Harn wurden über Glaspulver in der Luftpumpe getrocknet und im Verbrennungsrohr mit Natronkalk verbrannt. Das sich hierbei entwickelnde Ammoniak wurde in 20 Cc. Schwefelsäure, von welcher 1 Cc. 0,003927 Grm. *N* entsprach, aufgefangen.

Auf die Schwefelsäure war eine Natronlauge titrirt; 20 Cc. derselben erforderten 21,8 Cc. Natronlauge. Nach dem Auffangen des Ammoniaks waren noch zur Neutralisation erforderlich 7,6 Cc. Natronlauge, es waren demnach 13 Cc. Schwefelsäure neutralisirt, entsprechend 0,05105 Grm. *N*.
Die vorige Bestimmung ergab 0,05144 Grm. *N*,
einen Ueberschuss von 0,00039 Grm. *N*.

Dieser scheinbar so minimale Unterschied ergiebt auf Rechnung der Harnstoff- und Harnsäurebestimmung auf die ganze Harnmenge, 3150 Cc. berechnet einen Ueberschuss von 0,122 Grm. *N* = 0,26 Grm. Harnstoff.

Berücksichtigt man die mögliche Fehlergrösse der Harnstoffbestimmung von 0,3 Cc. der Titrirflüssigkeit, so vermag die Mehrbestimmung 0,65 Grm. *N* der Gesammtmenge des Harnes zu betragen.

Gefunden wurden

1. durch directe *N*-Bestimmung in 3150 Cc. Harn: 16,08 Gr. *N*.
2. durch Titre mit Zurechnung der Harnsäure: {16,20 Gr. *N*, 16,73 Gr. *N*.

Sowohl die Ungenauigkeit im Titriren selbst, als die Differenz der Resultate der *N*-Bestimmung nach den verschiedenen Resultaten vermag einen Unterschied der Resultate — Fehlerhaftigkeit derselben — bis zu 0,5 Grm. *N* im Maximum herbeizuführen.

2. Harnsäurebestimmung.

Diese wurde von mir in den vorliegenden Versuchen in je 100 Cc. Harn durch den Zusatz von je 5 Cc. Salzsäure von demselben specifischen Gewichte und Wiegen der ausgefällten Säure auf einem getrockneten und gewogenen Filter von schwedischem Filtrirpapiere angestellt.

War der Harn sehr verdünnt, so wurde er vor dem Zusatz der Säure erst auf ein mittleres specifisches Gewicht eingedampft.

Vor dem Abfiltriren stand der Harn mit der Säure wenigstens 48 Stunden zusammen, um womöglich alle Harnsäure auszufällen.[1])

Obwohl die Methode nicht eine so sehr zu wünschende grosse Genauigkeit besitzt und ziemlich mühsam und zeitraubend ist, so wurde sie von mir doch als die für ausgedehntere Versuchsreihen allein anwendbare in Anwendung gezogen.

Uebrigens ist nach Beobachtungen, welche von Herrn Professor Voit angestellt wurden, der Versuchsfehler für die Einzelresultate ein ziemlich constanter, so dass die Resultate dadurch an ihrer Vergleichbarkeit nicht verlieren. Nur die kleinen Harnsäuremengen werden dadurch in ihrer Bestimmung ziemlich beträchtlich alterirt. Das fast vollständige Verschwin-

---

1) H. Ranke: Ueber die Ausscheidung der Harnsäure. München 1858.

den der Harnsäure an einem der drei beobachteten Hungertage scheint mir mit ziemlicher Bestimmtheit nicht auf einem wirklichen Fehlen, sondern auf der Unmöglichkeit der sicheren Nachweisung ganz kleiner Mengen zu beruhen.

3. Kochsalzbestimmungen.

Da nur ein Theil der zur Harnstoffbestimmung nöthigen Ausfällungen des Kochsalzes, resp. Chlors im Harne mit einer titrirten Silberlösung vorgenommen wurden, so wurden die wenigen gewonnenen Resultate nicht im Texte aufgeführt. Ich trage sie hier nach.

I. Versuchsreihe vom 15.—22. Juni 61.

Die Speisen wurden je mit 10 Grm. Kochsalz zubereitet. Der Salzgehalt des Brodes war gleichbleibend, jedoch nicht bekannt.

15. Juni:		13,8	Grm.
16. -		14,3	-
17. -		13,0	-
18. -		9,0	-
19. -		13,7	-
20. -		17,2	-
21. -	Hunger	11,0	-
22. -	„	4,8	-

II. Einzelversuchs-Tage.

2. Juli, Hunger:	5,3	Grm.
10. Juli, Normaltag:	22,4	-
16. Juli, Maximaltag:	33,8	-
19. Juli, Fleischtag bei 31 Grm. Zufuhr:	26,6	-
24. Juli, stickstoffloser Versuchstag, bei 12 Grm. Zufuhr:	5,5	-

4. Vergleichende Tabelle
der specifischen Gewichte und festen Rückstände des Harnes.

Datum.	Harnmenge in Cc.	Specifisches Gewicht.	Fester Rückstand in %.	Gesammtgewicht des festen Rückstandes.
31. October 1860	1650	1018,5		
1. November	1615	1021		
2.	2225	1015		
3.	2045	1017		
4.	1406	1020,5		
5.	1323	1022		
6.	1650	1018,5		
7. Nov., Fleischtag II.	2260	1023		
22. Nov., Hungertag I.	750	1020		
4. December	1535	1017	3,397	52,14
5.	1610	1016,5	3,552	57,19
6.	2200	1013,5	3,942	86,72
26. Januar 1861	1549	1023	5,586	86,53
27.	1990	1016	3,000	59,70
28.	1520	1019	4,305	65,44
29.	1560	1019	4,000	62,4
30.	1350	1021	4,820	67,1
31.	1732	1016	2,974	51,0
1. Februar, Schwitztag	1920	1014,5	2,406	46,2
2.	1750	1016	3,290	57,6
3. Febr., Steig. der Nahr.	2000	1017	3,465	69,38
4. Febr., Fleischtag III.	2480	1018	3,730	92,5
5. Februar	1380	1021,5	5,448	75,2
15. Juni	2235	1013	2,371	53,0
16.	1935	1014	2,610	50,5
17.	1155	1023,5	4,502	52,4
18.	1620	1016,5	3,475	56,3
19.	1255	1020	4,709	58,0
20.	1230	1022	4,830	59,4
21. Juni, Hungertag II.	2234	1007,5	1,759	39,3
22.	755	1026,5	7,881	59,5
2. Juli, Hungertag III.	832	1016	3,004	25,0
10. - Normaltag	2380	1015	2,350	71,0
16. - Maximaltag	2780	1017	3,312	92,07
19. - Fleischtag I.	3073	1020	4,317	132,71
24. - stickstofflose Kost	758	1018	—	—
Im Durchschnitte:		1015,35	3,809	

5. Wasserbestimmungen.

Datum.	Substanz.	frische Substanz in Grm.	bei 100° trockene Substanz in Grm.	% an festen Theilen	% an Wasser
	Gebrat. Kuhfleisch	1,1101	0,6230	55,85	44,15
	- Rindfleisch	4,4987	2,2978	51,07	48,93
	- Rindfleisch	2,1554	0,8330	39,106	60,894
	- Kuhfleisch	1,1384	0,4232	37,5	62,5
	Brod, schwarz, ohne R.	12,382	6,7381	54,41	45,59
	Brod, weiss, mit Rinde	5,023	3,688	73,22	26,78
	Gesammtes Ei	9,3072	2,3189	24,9	75,1
	„	8,714	2,2755	26,1	73,9
	„	8,0222	2,0053	25	75
	„	5,3596	1,5118	28,2	71,8
	Kartoffel	13,0744	3,1494	24,1	75,9
	„	13,4522	3,5106	26,1	73,9
	„	9,5874	2,43398	25,5	74,5
	Reis	4,6723	4,1989	90	10
	Kartoffelstärke	1,9976	1,7243	86,32	13,68
	Butter	12,5120	11,5170	92,047	7,953
	„	9,6700	9,0757	93,85	6,15
31. Oct.—6. Nv. 60	Gemischter Koth	—	—	33,56	66,44
4—7. Decemb. 60	„	—	—	35	65
26 Jan.—2. Fbr. und 5. Febr. 61.	„ statt 795: 723 Grm.	2,5837	0,9444	36,59	63,41
3. Februar 1861.	Gemischter Koth, statt 140: 105 Grm.	3,2436	1,1598	35,80	64,2
15.—23. Juni 61.	Gemischter Koth, statt 608: 500 Grm.	2,8046	0,885	31,53	68,47
7. November 60.	Fleischkoth	—	—	26,72	73,28
4. Februar 1861.	Fleischkoth, statt 195: 184 Grm.	3,5293	1,0677	30,25	69,76
19. Juli 1861.	Fleischkoth, statt 99: 59 Grm.	1,1298	0,5211	46,12	53,88
24. Juli 1861.	Stärkekoth, statt 90: 88 Grm.	2,8483	0,882	30,965	69,035

Anmerkung. Bei dem Kothe ist angegeben, um wie viel derselbe zwischen dem erstmaligen Nehmen des Gewichts und der chemischen Untersuchung durch Wasserverdunstung an Gewicht verloren hatte.

6. Aschebestimmungen.

Datum.	Substanz.	bei 100° trock. Subst. in Grm.	Asche in Grm.	% Asche in d. trck. Substanz
31. Oct.—6. Nv. 60	Gem. Koth	5,5945	0,666	11,9
4.—7. Decemb. 60	Gem. Koth	1,42	0,1647	11,8
26. Jan.—5. Fb. 61	Gem. Koth	0,7209	0,0826	11,45
3. Februar 61	Gem. Koth	1,0012	0,1216	12,14
7. November 60	Fleischkoth	4,823	0,573	11,9
4. Februar 61	Fleischkoth	0,8932	0,0995	11,14
	Kartoffeln	—	—	3,19
	Kartoffeln	—	—	2,85

7. Kohlenstoff-Bestimmungen.

Gemischter Koth. 15.—23. Juni 1861.

0,1521 Grm., bei 100° getrocknet, ergaben 0,2603 Grm. CO_2 = 46,99% C.

Fleischkoth. 19. Juli 1861.

0,1713 Grm., bei 100° getrocknet, ergaben 0,3364 Grm. CO_2 = 54,7% C.

Stärke-Fettkoth. 24. Juli 1861.

0,244 Grm., bei 100° getrocknet, ergaben 0,4471 Grm. CO_2 = 54,8% C.

8. Stickstoff-Bestimmungen.

Die bei 100° trockene Substanz wurde mit Natronkalk geglüht, das sich entwickelnde Ammoniak in 20 Cc. einer verdünnten Schwefelsäure aufgefangen. 20 Cc. dieser Säure enthielten 0,2244 Grm. Schwefelsäure. 1 Cc. entsprach demnach bei der Neutralisation 0,003927 Grm. N.

Auf die Schwefelsäure war eine verdünnte Natronlauge titrirt, mit welcher zurücktitrirt wurde, wieviel von der Säure durch Ammoniak bei der Verbrennung neutralisirt worden sei.

Die folgende Tabelle enthält die Einzelresultate.

7. November 1860.

Rehfleisch = 13,6% N trocken, 3,305% frisch.

Rindfleisch, gebraten:

0,1032 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 20,9 Cc. = 9,9% N.

Rindfleisch, gebraten:

0,1186 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 20,9 Cc. = 11% N.

Brod, schwarz, ohne Rinde:

0,2962 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 19,8 Cc. = 2,38% N.

Brod, weiss, mit Rinde:

0,2795 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 20,1 Cc. = 2,2% N.

Reis, lufttrocken:

0,2378 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 20,9 Cc. = 1,3% N.

Kartoffeln:

0,2723 Grm., statt 22 Cc. Lauge = 20,5 Cc. = 1,87% N.

0,4182 Grm., statt 22 Cc. Lauge = 20,4 Cc. = 1,31% N.

Gemischter Koth. 31. October—6. November 1860 = 6,95% *N*.
Gemischter Koth. 4.—7. December 1860 = 5,7% *N*.

Gemischter Koth. 26. Januar bis 2. und 5. Februar 1861.
0,1235 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 19,8 Cc. = 5,8% *N*.

Gemischter Koth. 3. Februar 1861.
0,1586 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 18,8 Cc. = 6,8% *N*.

Gemischter Koth. 15.—23. Juni 1861.
0,139 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 19,9 Cc. = 5,03% *N*.

Fleischkoth. 7. November 1860. = 12,2% *N*

Fleischkoth. 4. Februar 1861.
0,1577 Grm., statt 21,8 Cc. Lauge = 17,6 Cc. = 9% *N*.

Fleischkoth. 19. Juli 1861. = 11,97% *N*.

9. Caseïn-Bestimmungen in der Butter.

Die Butter wurde geschmolzen in Aether eingetragen und darin gelöst. Der von allem Fett befreite Rückstand wurde auf einem gewogenen Filter getrocknet bei 100° C., gewogen und als Caseïn in Rechnung gezogen.
16,11 Gr. Butter gaben 0,0755 trockenes Caseïn = 0,4686% Caseïn,
9,4014 Gr. Butter gaben 0,1394 trockenes Caseïn = 1,484% Caseïn,
9,67 Grm. Butter gaben 0,073 trockenes Caseïn = 0,750% Caseïn.

10. Nachtrag über Harn bei übermässiger Fleischnahrung.

Den 4. Februar 1861 wurden Mittags 1½ Uhr 1281 Grm. Ochsenfleisch gegessen.

Der Harn war von 4 Uhr Nachmittags bis 8 Uhr Abends stark alkalisch. Der folgende Morgenharn war stark sauer.

11. Nachtrag über Fleischkoth. Den 7. November 1860.

Bei der mikroskopischen Untersuchung bestand der Fleischkoth nur aus unverdauten Fleischfasern, theils wohl erhalten, theils in den verschiedensten Formen der Maceration und des Zerfalles. Wenige krystallinische Nadeln waren eingemischt.

Im gemischten Kothe waren die angegebenen Elemente auch, jedoch in weit geringerer Quantität neben Detritus etc. zu sehen.

12. Kohlenstoff-Bestimmungen

mit dem Apparate des Herrn Prof. Pettenkofer, von diesem selbst und Herrn Prof. Voit geleitet.

In den folgenden Tabellen ist unter Gehalt des Barytwassers immer jene Menge von Cc. der Normalsäure (1 Cc. = 1 Mgrm. CO_2) zu verstehen, die man braucht, um 30 Cc. Barytwassers zu neutralisiren. Die Zeichnung und Beschreibung des Apparates und Verfahrens siehe in den Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften, math.-physik. Cl., Bd. IX, Abthl. II, S. 232—276.

Versuch Nr. I.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung u. Getränke d. Versuchs-Objectes u. sonstige Bemerkungen.
Anfg. d. Vers.	9	15	19	Juni61	Zur Versuchsreihe Nr. IV. mit Einfuhr gleichbleib. Nahrungsmengen.
Ende - -	9	15	20	- -	Den 15. Juni 1860.

Stand der Gasuhr zu Ende:	877134
- - - zu Anfang:	860260

	Engl. Cbfuss
Durchgestr. Luftmenge	16874
Correction für Temper.	84,4
- für Wasserdunst	35,7
Gesammtmenge	16994,1
In Litern ausgedrückt	481188

Kohlensäure in d. durchgeströmten Luft	740,6 Gr.
Rückständ. Kohlensäure in der Kammer	18,9 -
Gesammtmenge d. gefundenen Kohlensäure	759,5 -
Darin enthalt. Kohlenstff	207 -

Gehalt d. Barytwassers in d. langen Röhren vor d. Versuche: 92,1—92,2
- - - kurzen - - - 31,9—31,9

Untersuchung

der einströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge 127,7 Liter.					der abströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge 134,2 Liter.				
Barytwasser.	Vol. in Cc.	Gehalt nach d. Vers.	Kohl. säure i. Mg.	Kohlns. i. 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Vol. in Cc.	Gehalt nach d. Vers.	Kohl. säure i. Mg.	Kohlns. i. 1000 L. in Grm.
Lg. Röhr.	90	67,6 67,7	73,5	0,5755	Lg. Röhr.	90	29,3	282,6	2,1147
Kz. Röhr.	90	31,8 31,8	0,3		Kz. Röhr.	90	31,5 31,5	1,2	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Lit. d. ein- u. abströmenden Luft 1,5392 Gr.
- in 1000 Lit. d. rückständ. Luft in d. Kammer 1,5785 Gr.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobacht.	Gasuhren[1]) a.	b.	A.	c.
11 Uhr	20,9	28,8	19,7	27,3
1 -	21,4	21,3	20	29,2
3 -	22,4	22,2	20,5	31,1
5 -	23,4	23,1	21,1	32,5
7 -	23,8	23,3	21,4	32,4
9 -	22,9	22,8	21,0	29.6
11 -	22,2	22,1	20,7	28,1
1 -	21,5	21,5	20,4	26,1
3 -	20,9	20,9	20,1	26,1
5 -	20,6	20,6	19,9	25,1
7 -	20,8	20,8	19,9	27,4
9 -	21,2	21,2	20,2	29,5
Zusamm.	262,0	260,6	244,9	344,1
Mittel	21,8		20,4	28,7

In diesem Versuche wurde gleichzeitig die Menge der Kohlenwasserstoffe in der Luft, die durch die Kammer gegangen, bestimmt. Da nicht gleichzeitig der Gehalt der einströmenden Luft bestimmt wurde, lassen die Zahlen keine Verwerthung zu. Sie zeigen nur, wie gering die Menge dieser Stoffe im Ganzen ist.

6,28 Cfuss = 156,1 Liter.
Auf die Temperatur u. den Dunstdruck von a berechnet: 150,2 Lit.
Röhre vor: 31,9, nach: 31,0—31,1
In 1000 Litern: 0,0159 Grm. CO_2
In 481188 Lit.: 7,6 Grm. CO_2
D. Ges.-Menge v. C i. d. Kohlenwass.-stoffen betr. demnach: 2,0 Grm. C.

1) In der kleinen Gasuhr a wurde die Probe der einströmenden, in b der abströmenden, in c der abströmenden und geglühten Luft gemessen. A ist das Thermometer der grossen Gasuhr.

Versuch Nr. II.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung u. Getränke d. Versuchs-Objectes u. sonstige Bemerkungen.
Anf. d. Vers.	9	2	21	Juni 61	Hunger.
Ende -	9	2	22	-	

Stand der Gasuhr zu Ende:	895209
- - zu Anfang:	877165

	Engl. Cfuss
Durchgestr. Luftmenge	18044
Correction f. Temperat.	126,3
Correct. f. Wasserdunst	59,7
Gesammtmenge	18230
In Litern ausgedrückt	516239

Kohlensäure in der durchgeströmten Luft	647,5 Gr
Rückständig. Kohlensäure in der Kammer	15,4 -
Gesammtmenge d. gefund. Kohlensäure	662,9
Darin enthalt. Kohlenstoff	180,8 -

Gehalt des Barytwassers in d. langen Röhren vor d. Versuche: 92,2.
- - - kurzen - - 31,9

Untersuchung

der einströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 140,0 Liter.				der abströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 129,5 Liter.			
Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohl.-säure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.
Lg. Röhre	35 / 73,1	88,5	0,6407	Lg. Röhre	37,8	244,8	1,8996
	30 / 62,7				37,8		
Kz. Röhre	61,6	1,2		Kz. Röhre	31,7 31,7	0,6	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Lit. d. ein- u. abströmenden Luft: 1,2542 Gr.
Kohlensäurediffer. in 1000 Lit. d. rückständ. Luft in d. Kammer: 1,2840 Gr.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	Gasuhren. a.	b.	A.	c.
11 Uhr	24,0	24,0	22,2	31,6
1 -	24,9	24,8	22,7	33,1
3 -	26,0	25,9	23,4	34,2
5 -	26,8	26,6	23,8	34,8
7 -	26,5	26,4	23,9	34,3
9 -	25,7	25,6	23,5	30,2
11 -	25,4	25,4	23,4	29,2
1 -	25,0	25,0	23,2	28,6
3 -	24,6	24,5	22,9	27,8
5 -	24,1	24,0	22,7	25,0
7 -	23,9	23,8	22,6	26,8
9 -	24,1	24,0	23,5	27,1
Zusamm.	301,0	300,0	277,8	362, 7
Mittel	25,0	25,0	23,15	30,22

Auch hier wurden in der abströmenden Luft die Kohlenwasserstoffe bestimmt.

6,39 Cfuss = 158,8 Liter.
Correct. für Temper. = 155,9 Liter,
Correct. für Wasserd. = 154,1 Liter.
Gehalt der Röhre = 30,9—31,0
= 2,7.
In 1000 Litern 0,0175 Grm. CO_2.
In 516239 Lit. 9,0 Grm. CO_2
= 2,4 Grm. C.
Für die Kammer im Durchschnitt noch 0,05 Grm. C mehr.

Versuch Nr. III.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung und Getränke d. Versuchs-Objectes und sonstige Bemerkungen.
Anf. d. Vers.	9	14	2	Juli 61	Hunger.
Ende -	9	14	3	-	

Stand der Gasuhr zu Ende: 912896
- - zu Anfang: 895375

	Engl. Cfuss
Durchgestr. Luftmenge	17521
Correction f. Temperat.	12,2
Correct. f. Wasserdunst	4,8
Gesammtmenge	17538
In Litern ausgedrückt	496588

Kohlensäure in der durchgeströmten Luft	647,5 Gr.
Rückständig. Kohlensäure in der Kammer	16,0 -
Gesammtmenge d. gefund. Kohlensäure	663,5 -
Darin enthalt. Kohlenstoff	180,9 -

Gehalt des Barytwassers in d. langen Röhren vor d. Versuche: 66,7.
- - - kurzen - - - 29,8—29,8.

Untersuchung

der einströmenden Luft.				der abströmenden Luft.			
Untersuchte Luftmenge: 133,4 Liter.				Untersuchte Luftmenge: 125,2 Liter.			
Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. in 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.
Lg. Röhre	66,7	71,1	0,5374	Lg. Röhre	39,5 39,5	229,05	1,8410
Kz. Röhre	29,8 29,8	0,6		Kz. Röhre	29,5 29,5	1,5	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Lit. d. ein- u. abströmenden Luft: 1,3040 Gr.
Kohlensäurediff. in 1000 Lit. d. rückständ. Luft in d. Kammer: 1,336 Gr.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	Gasuhren. a.	b.	A.	c.
11 Uhr	15,9	15,9	16,2	
1 -	16,2	16,2	16,2	
3 -	17,0	16,8	16,5	
5 -	17,7	17,3	16,9	
7 -	17,0	16,8	16,6	
9 -	16,3	16,6	16,8	
11 -	16,8	16,7	16,3	
1 -	16,5	16,4	16,2	
3 -	16,2	16,2	16,0	
5 -	16,0	16,0	15,8	
7 -	15,9	15,9	15,7	
9 -	15,9	16,0	15,7	
Zusamm.	197,4	196,8	194,9	
Mittel	16,4	16,4	16,2	

Versuch Nr. IV.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung und Getränke d. Versuchs-Objectes u. sonstige Bemerkungen.
Anf. d. Vers.	9	19	10	Juli 61	Normaltag.
Ende -	9	19	11	"	

Stand der Gasuhr zu Ende: 936112.
- - zu Anfang: 919336.

	Engl. Cfuss
Durchgestr. Luftmenge	16776
Correction f. Temperat.	16,7
Correct. f. Wasserdunst	6,5
Gesammtmenge	16799,2
In Litern ausgedrückt	475669

Kohlensäure in der durchgeströmten Luft	771,2 Gr.
Rückständig. Kohlensäure in der Kammer	19,9 -
Gesammtmenge d. gefund. Kohlensäure	791,1 -
Darin enthalt. Kohlenstoff	215,7 -

Gehalt d. Barytwassers in d. langen Röhren vor d. Versuche: 90,7—90,7.
- - - kurzen - - - 30,1—30,1.

Untersuchung

der einströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 119,5 Liter.				der abströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 146,7 Liter.			
Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. in 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.
Lg Röhre	63,2 63,3	82,2	0,6904	Lg. Röhre	16,4 16,4	334,35	2,3118
Kz. Röhre	29,9 30,0	0,3		Kz. Röhre	28,5 28,5	4,80	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Litern der ein- u. abström. Luft: 1,6214 Gr.
Kohlensäurediff. in 1000 Lit. d. rückständ. Luft in d. Kammer: 1,6633 Gr.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	Gasuhren. a.	b.	A.	c.
11 Uhr	17,8	17,8	17,6	
1 -	17,8	17,8	17,5	
3 -	17,8	17,8	17,5	
5 -	17,5	17,5	17,3	
7 -	17,4	17,4	17,2	
9 -				
11 -	17,4	17,4	17,1	
1 -	17,4	17,4	17,1	
3 -	17,4	17,5	17,0	
5 -	17,4	17,4	17,0	
7 -	17,4	17,5	17,0	
9 -	17,6	17,6	16,9	
Summe	192,9	193,1	189,2	
Mittel	17,5	17,5	17,2	

Versuch Nr. V.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung u. Getränke des Versuchs-Objectes u. sonstige Bemerkungen.
Anf. d. Vers.	9	5	16	Juli 61	Maximaltag.
Ende -	9	5	17	„	

Stand der Gasuhr zu Ende: 953303
- - zu Anfang: 936260.

	Engl. Cfuss
Durchgestr. Luftmenge	17043
Correction f. Temperat.	11,9
Correct. f. Wasserdunst	4,7
Gesammtmenge	17059,6
In Litern ausgedrückt	483042

Kohlensäure in der durchgeströmten Luft	902,7 Gr.
Rückständig. Kohlensäure in der Kammer	22,9 -
Gesammtmenge d. gefund. Kohlensäure	925,6 -
Darin enthalt. Kohlenstoff	252,4 -

Gehalt d. Barytwassers in d langen Röhren vor d. Versuche: 90,6—90,6.
- - - kurzen - - - 30,2—30,2.

Untersuchung

der einströmenden Luft.				der abströmenden Luft.			
Untersuchte Luftmenge: 138,4 Liter.				Untersuchte Luftmenge: 135,5 Liter.			
Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. in 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.
Lg. Röhre	66,2 66,4	72,6		Lg. Röhre	18,6 18,6	324,0	2,4000
Kz. Röhre	29,9 29,9	0,9	0,5311	Kz. Röhre	28,8 28,8	1,2	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Litern der ein- u. abström. Luft: 1,8689 Grm.
Kohlensäurediff. in 1000 Lit d. rückständ. Luft in d. Kammer: 1,9167 Grm.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	Gasuhren. a.	b.	A.	c.
11 Uhr	19,5	19,6	19,3	
1 -	19,4	19,4	19,1	
3 -	19,5	19,4	19,0	
5 -	20,3	20,1	19,5	
7 -	20,0	20,0	19,4	
9 -	19,5	19,4	19,1	
11 -	18,9	18,9	18,7	
1 -	18,5	18,5	18,5	
3 -	18,2	18,2	18,3	
5 -	18,3	18,3	18,2	
7 -	18,2	18,2	18,1	
9 -	18,6	18,6	18,2	
Summe	228,8	228,6	225,4	
Mittel	19,0	19,0	18,8	

Versuch Nr. VI.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung u. Getränke des Versuchs-Objectes u. sonstige Bemerkungen.
Anf. d. Vers.	9	15	19	Juli 61	Fleischtag.
Ende -	9	15	20	„	

Stand der Gasuhr zu Ende: 972220.
- - zu Anfang: 953375.

	Engl. Cfuss	
Durchgestr. Luftmenge	18845	Kohlensäure in der durchgeströmten Luft 828,6 Gr.
Correction f. Temperat.	88,5	Rückständig. Kohlensäure in der Kammer 18,9 -
Correct. f. Wasserdunst	36,9	Gesammtmenge d. gefund. Kohlensäure 847,5 -
Gesammtmenge	18970,4	
In Litern ausgedrückt	537146	Darin enthalt. Kohlenstoff 231,1 -

Gehalt d. Barytwassers in d. langen Röhren vor d. Versuche: 90,1—90,1.
- - - kurzen - - - 30,0—30,0.

Untersuchung

der einströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 136,2 Liter.				der abströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 139,9 Liter.			
Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. in 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.
Lg. Röhre	55,9	102,6		Lg. Röhre	19,0	319,72	
	55,9				19,05		
Kz. Röhre	29,9	0,3	0,7555	Kz. Röhre	29,4	1,8	2,2982
-	29,9				29,4		

Kohlensäuredifferenz in 1000 Litern d. ein- u. abström. Luft: 1,5427 Grm.
Kohlensäurediff. in 1000 Lit. d. rückständ. Luft in d. Kammer: 1,5779 Grm.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobachtung	Gasuhren. a.	b.	A.	c.
11 Uhr	20,6	20,6	19,7	26,5
1 -	20,9	20,9	19,8	27,6
3 -	21,8	21,6	20,2	32,0
5 -	23,0	22,7	20,7	31,0
7 -	23,0	22,8	20,9	30,2
9 -	22,2	22,1	20,6	29,2
11 -	21,3	21,4	20,1	26,1
1 -	21,5	21,5	20,2	23,1
3 -	21,3	21,4	20,2	21,7
5 -	21,2	21,2	20,1	21,3
7 -	20,7	20,7	19,7	25,9
11 -	20,8	20,9	19,9	27,7
Summe	258,3	257,8	242,1	322,3
Mittel	21,5	21,48	20,17	26,8

Kohlenwasserstoffe:
4,34 Cbfuss = 107,9 Liter.
Correct. f. Temp. = 105,8 -
Corr. f. Wasserd. = 104,8 -
= 1,95 -
Gehalt d. Röhre = 29,9 -
In 1000 Liter = 0,0186 L. CO_2
= 2,7 - C.

Versuch Nr. VII.

	Stunde	Minute	Tag	Monat u. Jahr	Nahrung und Getränke d. Versuchs-Objectes u. sonstige Bemerkungen.
Anf. d. Vers.	9	8	24	Juli 61	Stärketag.
Ende -	9	8	25	"	

Stand der Gasuhr zu Ende: 989975.
- - zu Anfang: 972280.

	Engl. Cfuss
Durchgestr. Luftmenge	17695
Correction f. Temperat.	44,2
Correct. f. Wasserdunst	19,8
- Gesammtmenge	17759
In Litern ausgedrückt	5028406

Kohlensäure in der durchgeströmten Luft 717,66 G.
Rückständig. Kohlensäure in der Kammer 17,54 -
Gesammtmenge d. gefund. Kohlensäure 735,2 -
Darin enthalt. Kohlenstoff 200,5 -

Gehalt d. Barytwassers in d. langen Röhren vor d. Versuche: 90,6—90,7.
- - - - kurzen - - - 30,1—30,2.

Untersuchung

der einströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 135,95 Lit.				der abströmenden Luft. Untersuchte Luftmenge: 133,75 Lit.			
Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. in 1000 L. in Grm.	Barytwasser.	Gehalt nach d. Vers.	Kohlensäure in Mgr.	Kohlens. i. 1000 L. in Grm.
Lg. Röhre	64,3 64,4	78,9	0,5825	Lg. Röhre	31,3 31,3	267,3	2,0097
Kz. Röhre	30,0 30,1	0,3		Kz. Röhre	29,7 29,7	1,5	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Litern der ein- u. abström. Luft: 1,4272 Grm.
Kohlensäurediff. in 1000 Lit. d rückständ. Luft in d. Kammer: 1,4621 Grm.

Thermometer an den Gasuhren, nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	Gasuhren. a.	b.	A.	c.
11 Uhr	21,8	22,7	22,2	24,8
1 -	22,9	22,8	22,2	25,6
3 -	23,0	22,9	22,2	26,1
5 -	22,9	22,8	22,1	26,6
7 -	22,9	22,7	22,0	26,4
9 -	22,8	22,6	21,9	24,8
11 -	22,6	22,6	21,8	23,9
1 -	22,3	22,3	21,6	24,2
3 -	22,1	22,1	21,4	24,2
5 -	21,8	21,9	21,2	23,2
7 -	21,8	21,8	21;1	25,0
9 -	21,8	21,8	21,1	26,4
Summe	269,7	269,0	260,8	301,2
Mittel	22,47	22,41	21,73	25,1

Ammoniak-Bestimmung in der abströmenden Luft:
4,05 Cbfuss = 100,7,
Correct. f. Temp. = 99,7,
Corr. f. Wasserd. = 99,2,
Ox m. 30 Cc. schwach. Barytwassers = 30,5, = 0,695 Mgr. Ammoniak.
In 1000 Lit. = 0,007 Gr. Ammoniak.
In 502846 L. = 3,52 - -
= 2,9 - Stickstoff.

Aus dieser Ammoniakbestimmung kann, da sie in der abströmenden Luft allein vorgenommen wurde, auf eine Ammoniak-Ausscheidung des Körpers oder auf deren quantitative Verhältnisse **n i c h t** geschlossen werden.

Eine wenige Tage später vorgenommene Bestimmung in der einströmenden Luft ergab fast absolut genau die gleiche Ammoniakmenge.

Zur Kenntniss der Endigungsweise des Hörnerven bei Fischen und Amphibien.

Von

Franz Eilhard Schulze,

Stud. med. aus Rostock.

(Hierzu Taf. IX. A.)

Seit M. Schultze seine Beobachtungen über die Endigungsweise des Hörnerven in den Ampullen der Fische (Rochen, Haie, Hecht, Neunauge) und der Vögel (Taube, Krähe) veröffentlicht und Kölliker die Resultate derselben für die Ampullen des Ochsen bestätigt hat, sind, soviel ich weiss, keine Untersuchungen über diesen Gegenstand publicirt worden. Auf Anregung des zuerst genannten Forschers, meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. M. Schultze, unternahm ich in diesem Frühjahr die Untersuchung der Hörnervenendigung an sehr jungen Barschen. Diese Thierchen besitzen eine solche Durchsichtigkeit, dass man nicht nur die Entwickelung des ganzen Gehörorganes im Gröberen leicht studiren, sondern auch manche feineren Verhältnisse, deren Eruirung bei erwachsenen Fischen so mühsam und meistens wenig lohnend ist, in wunderbarer Klarheit sehen kann.

Allerdings gehen die Resultate, welche ich gewonnen habe, im Wesentlichen nicht über das schon Bekannte hinaus, indessen bestätigen sie das auf anderem Wege Gefundene vollkommen und mögen schon deshalb nicht ohne Interesse sein.

Betrachtet man das Gehörorgan eines eben aus dem Ei geschlüpften Barsches, den man am Besten ohne alle Präparation noch lebend unter das Mikroskop bringt bei 300—400maliger Vergrösserung, so sieht man drei an den Enden der halbcirkelförmigen Kanäle, also in den Ampullen befindliche und in das

Lumen derselben etwas vorspringende Wälle, bedeckt mit Zellen, welche, meist durch den gegenseitigen Druck zu sechsseitigen Cylindern geworden, leicht als Cylinderepithel erkannt werden. Es sind dies die Cristae acusticae M. Schultze's. Von der Oberfläche dieser Cristae ragt ein Wald feiner, starrer Haare in das mit Endolympha erfüllte Lumen der Ampullen hinein; und zwar stehen die Haare nicht parallel, sondern sie divergiren, senkrecht auf der Epitheloberfläche aufstehend, je nach der Krümmung dieser, mehr oder weniger bedeutend. Ich habe sie stets aus den Zwischenräumen zwischen den Epithelzellen hervorkommen sehen, von wo aus sie, immer schmäler werdend, endlich in eine feine Spitze auslaufen. Die Länge der Haare fand ich bei einem etwa 8 Mm. langen Barsche 0,037 Mm., welche Grösse allerdings gegen die beim Rochen gemessene (M. Schultze fand sie 0,041 Mm.) etwas zurücksteht.

Von den in die Cristae acusticae eintretenden Nerven sah ich in den ersten Tagen, nachdem die Thiere das Ei verlassen hatten, Nichts; erst nach ein bis zwei Wochen liess sich in jeden Hügel ein Bündel scharf contourirter Nervenfasern[1]) verfolgen, welche in ihrem Verlaufe von Zeit zu Zeit eigenthümliche zellenähnliche Anschwellungen, denen jedoch jede Spur von Kern zu fehlen schien, zeigten. Diese Anschwellungen erscheinen bei entwickelteren Fischen noch deutlicher und treten besonders dicht vor dem Uebergange der Nerven in die Cristae in solcher Grösse und Regelmässigkeit auf, dass man versucht sein könnte, sie für bipolare Ganglienzellen zu halten, wenn ihnen nur nicht eben der Kern fehlte. Eine Theilung der Nervenfasern habe ich bei jungen Barschen nicht gesehen, ebensowenig kann ich eine bestimmte Angabe über den Zusammenhang der oben erwähnten Haare mit den in die Cristae acusticae eintretenden Nerven machen; nur eine Erscheinung, welche ich an Fischchen, die nach dem Tode einige Zeit in Wasser gelegen hatten, beobachtete, will ich, weil etwas

1) Diese Nerven treten in derselben Weise in die Cristae ein, welche M. Schultze für die Rochen und Haie angab, nämlich bei zweien von der Seite, beim dritten in der Längsaxe der Crista.

ganz Aehnliches von M. Schultze auch gesehen ist, genauer beschreiben. Es treten nämlich bald nach dem Tode von der Oberfläche der breiten Epithelzellen sehr helle, durchsichtige, halbkugelförmige Bläschen ab, und zwischen diesen findet man ziemlich häufig kleinere, das Licht weit stärker brechende, mehr oder weniger kugelförmige Bläschen, von deren jedem ich ganz deutlich einen feinen Fortsatz nach Innen zwischen die Epithelzellen abgehen sah.

Was die Haare in den Otolithensäcken betrifft, so habe ich ihre Existenz beim Barsche unzweifelhaft wahrgenommen, konnte dagegen ihre Länge und sonstigen Verhältnisse deswegen nicht genauer bestimmen, weil ich sie stets nur entweder gerade von oben, oder doch nur schräg von oben und der Seite gesehen habe. Nach den letzteren Bildern möchte ich sie für bedeutend kürzer halten als die Haare in den Ampullen. Dasselbe giebt M. Schultze für den Hecht an.

Von grösserem Interesse als die eben mitgetheilten Beobachtungsresultate mögen diejenigen sein, welche ich bei der Untersuchung des Gehörorganes von nackten Amphibien, ich wählte Tritonen, erhielt. Sind diese Thierchen (selbst im jugendlichsten Zustande) gleich bedeutend stärker pigmentirt, als die Fische und deshalb der Untersuchung schwerer zugänglich, so sind doch gerade einige der hier interessirenden Verhältnisse unter gewissen Bedingungen recht deutlich zu sehen. Nimmt man die Larve von *Triton taeniatus*[1]) in dem Stadium der Entwickelung, wo die sich noch ziemlich lange nach dem Verlassen der Eihülle erhaltenden Dotterplättchen völlig resorbirt, die Pigmentzellen dagegen noch wenig entwickelt sind (also etwa Thiere von 6—8 Mm. Länge) und presst den Kopf durch gelinden Druck, am Besten durch ein recht schweres Deckblättchen, von oben her etwas breit, so sieht man fast dasselbe Bild des Gehörorganes, wie bei den auf gleicher Entwickelungsstufe stehenden Fischen.

---

1) Die andern beiden bei uns vorkommenden Species *T. igneus* und *cristatus* eignen sich wegen der weit stärkeren Pigmentirung nicht so gut zur Untersuchung.

Man erkennt ganz deutlich die drei in den Ampullen liegenden, auch hier mit sechsseitigen Cylinderepithelzellen überkleideten Cristae acusticae, und sieht von ihrer Oberfläche dieselben langen, starren von der Basis zur Spitze sich verdünnenden Haare wie bei den Fischen, und zwar in derselben Anordnung und ebenso zwischen den Cylinderepithelzellen hervorkommend wie dort.

Die Haare besitzen die enorme Länge von 0,0699 Mm. Auch lassen sich bei besonders durchsichtigen Exemplaren die in die Cristae acusticae eintretenden, scharf contourirten Nerven deutlich erkennen.

So hat sich denn für die Gehörnervenendigung in den Ampullen bei einem Amphibium eine fast vollkommene Uebereinstimmung mit Dem herausgestellt, was man bei den übrigen drei grossen Classen der Wirbelthiere bereits gesehen hat.

Nachtrag.

Während meines Aufenthaltes an der Ostsee im August v. J. ist es mir gelungen, an jungen, 12—16 Mm. langen, sehr durchsichtigen Meergrundeln, *Gobius* (wahrscheinlich *G. niger*), welche ich an der Mündung der Warnow fing, den directen Zusammenhang der in die Crista acustica eintretenden Nerven mit den Haaren, welche in die Ampullen hineinragen, zu sehen. Die bis an das Epithel zu verfolgenden, ziemlich breiten, scharf contourirten Nervenfasern theilen sich hier in marklose, dünnere, deutlich als helle Streifen zwischen den höchst durchsichtigen Epithelzellen erkennbare Fasern, welche sich leicht durch das Epithel hindurch bis in die Haare verfolgen lassen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rechtes Gehörorgan eines 10 Mm. langen Barsches (*Perca fluv.*), von oben gesehen, bei 320facher Vergrösserung. — a Lumen der vorderen Ampulle. b Lumen der mittleren äusseren Ampulle.

---

1) Nur bei der am weitesten nach hinten gelegenen Crista, welche ziemlich tief liegt und von den etwas undurchsichtigeren Muskeln fast ganz überdeckt ist, gelang es mir nicht, die Haare zu sehen.

c Lumen der hinteren Ampulle. d die vordere Crista acustica von der Seite, im normalen Zustande, besetzt mit den charakteristischen starren Haaren. e die mittlere, äussere Crista acustica, ebenfalls im normalen Zustande. f die hintere Crista acustica, eine Stunde nach dem Tode des Thieres gezeichnet. Man unterscheidet deutlich die blasenartigen Auftreibungen der Epithelzellen $\alpha\alpha$ und die zwischen den Epithelzellen hervorgetretenen, stark lichtbrechenden Bläschen $\beta\beta$, auf denen die Haare sitzen und welche feine spitze Fortsätze $\gamma\gamma$ nach innen zwischen die Epithelzellen schicken. gg die zu den Cristae acusticae tretenden Nerven mit den eigenthümlichen Anschwellungen. Der zu der hinteren Crista tretende Nerv wurde nicht gezeichnet, weil er an diesem Exemplar nicht deutlich gesehen ward; an anderen Objecten habe ich auch diesen gesehen. hh die starken Anschwellungen der Nerven dicht vor dem Eintritt in die Cristae acusticae. kk die Gehörsteine.

Fig. 2. Vordere Ampulle des Gehörorganes einer 12 Mm. langen, jungen Meergrundel, *Gobius* (*niger*?). Vergröss. 320. — a Lumen der Ampulle. bb breite, scharf contourirte Nervenfasern. cc marklose Fasern, Axencylinder.

Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der quergestreiften Muskelfaser.

Von

FRANZ EILHARD SCHULZE,
Stud. med. aus Rostock.

(Hierzu Taf. IX. B.)

Obgleich die Entwickelungsgeschichte der quergestreiften Muskelfaser gerade in neuester Zeit von so vielen Seiten mit besonderer Vorliebe studirt ist, giebt es dennoch auch hier noch manche Punkte, in Bezug auf welche nicht die wünschenswerthe Uebereinstimmung in den Ansichten der Histologen herrscht. Untersuchungen, welche ich im Laufe des vorigen Sommers, hauptsächlich an Batrachier- und Tritonen-

Larven über einzelne dieser Fragen anstellte, lieferten Resultate, welche mir der Mittheilung werth scheinen.

Wie entsteht die quergestreifte Substanz?

Nachdem in jenen mit stark lichtbrechenden Dotterplättchen (Keimkernen) noch dicht erfüllten Zellen des mittleren Keimblattes, aus denen die Muskeln sich bilden sollen, die Dotter plättchen zum grössten Theile resorbirt sind, an ihre Stelle eine feinkörnige Substanz getreten ist und, wie es wenigstens bei den meisten Batrachiern zu geschehen pflegt, aus dem ursprünglich einen Kerne durch Theilung mehrere entstanden sind, bemerkt man schon an frischen, besser aber noch an 1—2 Tage in einer 1—2 procentigen Lösung von Kali bichr. erhärteten Zellen zuerst das Auftreten der quergestreiften Substanz in Form einer einzigen, stets an der einen (der äusseren?) Seite der Zelle[1]) auftretenden Fibrille[2]), welche mit den im erwachsenen Muskel gefundenen vollständig übereinstimmt (cfr. Taf. IX, Fig. 1). Ich möchte gerade den Umstand, dass sich zuerst eine, vollständige, scharf gegen das übrige Protoplasma sich abgrenzende Fibrille findet, recht hervorheben, der Darstellung Remak's gegenüber, derzufolge gleich eine „helle, homogene (?), quergestreifte", und zwar, wie aus den Abbildungen hervorgeht, sich von dem übrigen Protoplasma nicht ganz abgrenzende Schicht von Muskelsubstanz auftreten soll.[3])

Dasselbe Verhalten habe ich auch bei später, z. B. an den Extremitäten gebildeten Muskelzellen beobachtet (cfr. Fig. 8b und 5b), und es scheint mir besonders deshalb so wichtig, weil dadurch die morphologische Existenz und Selbstständigkeit der Fibrille, die so oft als Kunstproduct verdammt ist, sicher gestellt wird. Ich sagte oben, dass die erste Fibrille stets an der einen Seite der Zelle auftrete. Es frägt sich nun, ob sie in oder ausserhalb der Zelle entsteht. Remak spricht sich fol-

1) Sobald schon mehr als ein Kern vorhanden ist, sollte man wohl richtiger Zellencomplex sagen.

2) v. Holst beobachtete zuerst das Auftreten nur einer Fibrille. R.

3) Remak, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. S. 154 und Taf. XI.

gendermaassen aus: „Die quergestreifte Schicht ist, wie es scheint, an der Innenfläche der Zellmembran abgelagert.“ Er nimmt also an diesen jungen Zellen schon eine wirkliche Zellenmembran an. Ich muss gestehen, dass ich nach aussen von der ersten Fibrille niemals eine eigene Membran habe wahrnehmen können. Möglich, dass der Grund davon in ihrer grossen Feinheit oder geringen Differenzirung von dem Protoplasma liegt. Wenn schon jetzt eine Membran vorhanden ist (eine Frage, der wohl nur geringe Bedeutung beigelegt werden kann, wenn man von der bereits ziemlich verbreiteten und gewiss richtigen Ansicht von der Bildung der Membran an embryonalen thierischen Zellen, dass sie nämlich, anfangs ganz fehlend, sich nur durch eine allmählige Erhärtung der äusseren Protoplasmaschicht bildet, ausgeht), so liegt die Fibrille entschieden, wie Remak angiebt, dicht an ihrer inneren Seite; ist noch keine Membran vorhanden, so bildet die Fibrille selbst, von drei Seiten in das Protoplasma der Zelle eingebettet, einen Theil der äusseren Zellenpartie, ist aber keineswegs, was man nach einzelnen Bildern wohl vermuthen könnte, eine Ablagerung aussen an der Peripherie der Zelle, wie man sich etwa die sogenannte Deckelmembran gewisser Epithelzellen entstehend denkt. Dass dem in der That nicht so sei, erkennt man sowohl an diesen Zellen selbst, wenn man sie über den Objectträger hinrollen lässt, als auch ganz besonders an weiter entwickelten Exemplaren, an denen man fast regelmässig Protoplasma um das ganze Fibrillenbündel herum sehen kann[1]), was nicht möglich wäre, wenn die Fibrillen ausserhalb der Zelle, an ihrer Aussenseite abgelagert wären. — Neben dieser ersten Fibrille entsteht nun alsbald eine zweite, gleichfalls in der Peripherie der Zelle, und zwar liegt sie meistens der ganzen Länge nach der ersten dicht an (cfr. Fig. 2); nur bei den sich später, z. B. an den Extremitäten bildenden jungen Muskeln habe ich sie bisweilen weiter auseinander liegend gefunden (cfr. Fig. 8a). An die zweite legt sich darauf immer noch in der Peripherie der Zelle eine dritte Fibrille und so fort, wäh-

1) Cfr. Remak, Untersuchungen etc. Taf. XI, Fig. 13 und 14.

rend nun auch gleichzeitig ein Anlegen der Fibrillen nach innen, der Axe des Cylinders zu, erfolgt. Auf diese Weise entstehen Halbrinnen aus Fibrillen gebildet, in deren Lumen das feinkörnige Protoplasma mit seinen Kernen sich befindet; immer aber bleibt die Abgränzung der Fibrillen gegen das Protoplasma eine ganz scharfe (cfr. Fig. 3 und 4). Indem nun die Fibrillen sich mehren, bis sie allmählig den ganzen Cylinder ausfüllen, theilen sich die Kerne vielfach und gerathen theils zwischen die Fibrillen, um hier mit einem Reste Protoplasma die sogenannten Muskelkörperchen zu bilden, theils bleiben sie zwischen dem inzwischen gebildeten Sarkolemm und den Fibrillen, sich dicht an das erstere anlegend (cfr. Fig. 10).

Entsteht das Muskelprimitivbündel aus Einer Zelle oder nicht?

Der lange Zeit herrschenden, hauptsächlich durch Lebert, Remak und Kölliker vertretenen Ansicht, dass jedes Muskelprimitivbündel aus einer einzigen Zelle entstehe, hat in neuester Zeit Margo die schon von Schwann aufgestellte Behauptung entgegengesetzt, dass ein Muskelprimitivbündel stets nur durch Verschmelzung mehrerer selbstständiger Zellen[1]) (Sarkoplasten) gebildet werde. Wenn man, um über diesen Punkt ins Klare zu kommen, die Entwickelungsstufen der Muskeln in Batrachierlarven (*Rana esc.*, *Bufo cin.*) genau durchmustert, so stösst man, wenn die ersten Kerntheilungen geschehen sind, stets auf Bilder wie Fig. 10. 11, Taf. IX bei Remak, bei welchen es an und für sich vollkommen unmöglich ist, zu entscheiden, ob diese embryonalen Muskelprimitivbündel durch Verschmelzung mehrerer oder durch Vergrösserung und Metamorphose einer einzigen Zelle entstanden. Bei den jungen Extremitätenmuskeln, deren Anlagen sich von vornherein durch eine langgestreckte Form auszeichnen, möchte man, wegen der in der Mitte zwischen den Kernen sich fin-

1) Und zwar soll diese Verschmelzung auf eine ganz bestimmte Art und Weise geschehen, so nämlich, dass die dachziegelartig gelagerten spindelförmigen Sarkoplasten mit ihren Enden verwachsen.

denden Verschmälerung ein Verwachsen mehrerer Elemente nicht unwahrscheinlich finden. Man erkennt leicht, dass die Unsicherheit in der Beurtheilung dieser Bilder hauptsächlich durch die bei den meisten Batrachiern schon so früh beginnende Theilung der Kerne bedingt ist. Würde man in der Stamm- oder Schwanzmusculatur von nackten Amphibien oder Fischen, deren Muskelprimitivbündel bekanntlich durch die bindegewebigen Septa an beiden Enden scharfe Begrenzung erhalten, Muskelzellen, deren Länge ihrem durch die Septa bestimmten Wirbelsegmente gleich käme, an beiden Enden mit sehnigem Ansatze und mit nur einem Kerne finden, so würde die Frage zu Gunsten der Remak-Kölliker'schen Ansicht entschieden sein. In der That ist es mir gelungen, viele derartige Zellen in der Stamm- und Schwanzmusculatur allerdings nicht bei *Rana esc.* und *Bufo cin.*, wohl aber bei *Bombinator igneus* und sehr leicht bei Tritonen (*Triton taeniatus, igneus*) aufzufinden. Ich maass zu dem Ende an kurze Zeit (1—2 Tage) in 2proc. Kali bichr.-Lösung erhärteten Larven zunächst den Abstand der Bindegewebssepta an irgend einer genau markirten Stelle des Rumpfes oder Schwanzes, schnitt darauf diesen Theil heraus und maass wiederum die Länge der durch Zerzupfen isolirten Zellen, um mich zu überzeugen, dass die von mir untersuchten Gebilde, welche meistens an beiden Enden ihren sehnigen Ansatz noch erkennen liessen[1]), auch wirklich von einem Septum bis zum anderen gereicht hatten. Unter diesen fand ich nun allerdings die meisten vielkernig (Fig. 5d); viele hatten aber nur einen einzigen, dagegen gewöhnlich sehr grossen, in die Länge gezogenen und mit mehreren Kernkörperchen versehenen Kern (Fig. 5b,c; 6a; 7a), welcher offenbar durch irgend welche Umstände gehindert war, den gewöhnlich eintretenden Theilungs-Vermehrungsprocess durchzumachen. Ganz besonders gut eignen sich zu diesen Beobachtungen Larven von

1) Ob die zartfibrillären Fortsetzungen (wie sie auch Remak Taf. XI. Fig. 11 darstellt) an den Enden der Muskelzellen erhalten bleiben oder nicht, hängt allein von der Art der Maceration ab. Um sie zu sehen, darf man die Thiere nicht länger als einen, höchstens zwei Tage in 2procentiger Kali bichr. Lösung liegen lassen.

Triton taeniatus, bei denen es häufig schon am lebenden Thiere gelingt, die nur mit einem langen Kerne versehenen Muskelzellen zu sehen.

Durch den Umstand nun, dass diese jungen, mit nur einem Kern versehenen, also auch nur eine Zelle repräsentirenden Anlagen der Primitivbündel schon von einem Bindegewebsseptum bis zum anderen reichen und hier ihren sehnigen Ansatz haben, erscheint die Angabe Margo's, dass die spindelförmigen Sarkoplasten, sich dachziegelartig mit ihren Enden an einander legend, verwachsen sollen, widerlegt, da beide Spitzen jeder einzelnen Zelle ja schon an dem Bindegewebsseptum befestigt sind. Nun wäre es aber möglich, dass das fertige Primitivbündel nicht durch Ausbildung und Metamorphose dieser zuerst einkernigen Zellen, sondern durch ein seitliches Aneinanderlegen und Verwachsen von mehreren derselben entstände, eine Entstehungsweise, welche unter Anderen auch von Leydig behauptet wurde. Eine gute Gelegenheit, diese Ansicht zu widerlegen, scheinen mir gewisse Eigenthümlichkeiten in der Entwickelung der Muskeln bei Tritonen zu bieten. Es bildet sich nämlich dort, anders als bei den Batrachierlarven, in den jungen Muskelzellen gewöhnlich nur eine Reihe von zwischen den Fibrillen liegenden Kernen aus, welche allmählig durch Umlagern neuer Fibrillen in die Axe der cylindrischen Faser rücken. Entstände nun ein Muskelprimitivbündel immer durch seitliche Aneinanderlagerung mehrerer solcher Cylinder, so müsste man auf Querschnitten junger Primitivbündel häufig mehrere Kerne neben einander zwischen den Fibrillen antreffen, was mir jedoch an jungen, durch ihre Membran (Sarkolemma) indessen hinlänglich als solche gekennzeichneten Primitivbündeln niemals gelungen ist. Vielmehr erhielt ich stets Bilder wie Fig. 10, 11 und 12, bei denen sich zwar zuweilen neben dem in der Axe liegenden Kerne noch einer oder andere zwischen Fibrillen und Sarkolemma (Fig. 12), niemals aber mehrere Kerne neben einander zwischen den Fibrillen fanden.

Hiernach würde also der einzig mögliche Vorgang bei der Bildung des Muskelprimitivbündels in einem Auswachsen der oben beschriebenen schon an beiden Enden befestigten Zellen

in die Länge und Dicke unter gleichzeitiger Vermehrung der Kerne bestehen. Ob nun dieser Modus der Entstehung eines Muskelprimitivbündels an allen Stellen[1]) und für alle Thiere gilt, kann ich nicht entscheiden, dass er aber bei der Stammmusculatur der Batrachier und Tritonen vorkommt, scheint mir durch die mitgetheilten Beobachtungen bewiesen.

Wie entsteht das Sarkolemma?

Auch in dieser Frage existiren zwei sich gegenüberstehende Ansichten. Die Einen erkennen im Sarkolemma die Membran der embryonalen Muskelzelle wieder, die Anderen behaupten, es bilde sich aus dem umgebenden Bindegewebe. Da das Sarkolemma der ausgebildeten Muskelfaser aus einer dünnen, mit Kernen besetzten Membran besteht, so kommt es zunächst darauf an, die Abkunft dieser Kerne zu bestimmen. Sind es Kerne von ehemaligen, zwischen den Muskelanlagen gelegenen Bindegewebszellen oder sind es Abkömmlinge des Kernes jener Muskelzellen selbst? Eine genaue Verfolgung des ganzen Entwickelungsvorganges lässt mir das Letztere als das bei Weitem Wahrscheinlichere erscheinen. Von den durch die Theilung des ersten Kernes der Muskelzelle entstandenen zahlreichen Kernen (für verschiedene Thiere sehr verschieden geformt, für ein und dasselbe alle einander gleich) geräth bei Batrachiern und Tritonen ein Theil, wie ich schon oben bemerkte, zwischen die Fibrillen und wird hier länglich oval gedrückt, die anderen bleiben in dem die Fibrillen umgebenden Protoplasma und legen sich bei dem endlichen vollkommenen Schwinden desselben, indem sie nur etwas platter werdend ihre rundliche Form behalten, dicht an die innere Seite der inzwischen durch allmählige Erhärtung zu einer Membran gewordenen Protoplasmarinde, vielleicht mit ihr verwachsend. Niemals wird man diese Kerne in der Membran oder gar von aussen auf dieselbe aufgelagert finden. Häufig kann man sogar von einer und derselben Längsreihe, in welche sich die

1) Bilder, wie ich sie aus den Extremitäten junger Tritonenembryonen erhielt (Fig. 8 a b), scheinen dafür zu sprechen.

Kerne, wie bekannt, zu ordnen pflegen, einige zwischen die Fibrillen gelagert mit länglicher Form, andere ausserhalb derselben zwischen Fibrillen und Sarkolemma in ihrer ursprünglichen rundlichen Form liegen sehen. Entschieden zu Gunsten dieser Ansicht sprechen auch die an Tritonenembryonen leicht zu gewinnenden Querschnitte junger Muskelprimitivbündel (Fig. 12). Man sieht hier stets die äussere zum Sarkolemma erhärtende oder schon erhärtete dünne Protoplasmaschicht über die ausserhalb der Fibrillenmasse liegenden Kerne hinweggehen.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrösserung: 320.

Fig. 1. Muskelfaseranlage von einer zwei Tage in 1 proc. Kali bichr.-Lösung macerirten Larve von *Rana escul.*, 6 Mm. lang.

Fig. 2. Von einer zwei Tage in 1 proc. Kali bichr.-Lösung macerirten Larve von *Rana escul.*, 8 Mm. lang.

Fig. 3. Von einer 24 Stunden in 1 proc. Kali bichr.-Lösung macerirten Larve von *Bufo cin.*, 10 Mm. lang.

Fig. 4. Von einer 24 Stunden in 1 proc. Kali bichr.-Lösung macerirten Larve von *Bombinator igneus*, 7 Mm. lang.

Fig. 5 a, b, c, d. Von der an e markirten Stelle einer in 2 proc. Kali bichr.-Lösung 24 Stunden macerirten Larve von *Triton taeniatus*, 25 Mm. lang.

Fig. 6 a. Von der an b markirten Stelle einer 24 Stunden in 2proc. Kali bichr.-Lösung macerirten Larve v. *Triton taen.*, 9,5 Mm. lang.

Fig. 7 a. Von der an b markirten Stelle einer 24 Stunden in 2proc. Kali bichr.-Lösung macerirten Larve von *Bombinator ign.*, 15 Mm. lang.

Fig. 8 a, b. Von der hinteren Extremität einer in 2 proc. Kali bichr.-Lösung zwei Tage macerirten Larve von *Triton taen*, 20 Mm. lang.

Fig. 9. Von einer in 1 proc. Kali bichr.-Lösung mehrere Tage macerirten Larve von *Bufo cin.*, 12 Mm. lang,

Fig. 10, 11 und 12. Querschnitte von Muskelprimitivbündeln einer Larve von *Triton taeniatus*, 25 Mm. lang.

Beschreibung der Haut eines mit Ichthyosis cornea geborenen Kalbes.

Von

Dr. Carl Harpeck in Breslau.

(Hierzu Taf. X, A.)

Bekanntlich werden alle diejenigen pathologischen Neubildungen der Haut, welche sich durch eine das normale Maass überschreitende Wucherung der Epidermis kenntlich machen, seit langer Zeit unter dem Namen der Ichthyosis zusammengefasst. Abgesehen von der Eintheilung in eine Ichthyosis congenita und acquisita unterscheidet man nach dem Grade der Wucherung und nach dem von der Verdickung der Epidermis, bedingten äusseren Habitus verschiedene Arten bis zu der I. cornea, bei welcher nach den Beschreibungen der verschiedenen Autoren die Haut mit hornartigen Höckern und Platten besetzt ist. Wiederholt sind ausgezeichnete Fälle beschrieben worden, und wenn man auch jetzt nicht mehr darüber zweifelhaft ist, dass diese hornartigen Gebilde aus verhornter Epidermis bestehen, so herrschen dennoch auch heute noch Meinungsverschiedenheiten über die genaueren Structurverhältnisse, insbesondere in Betreff der Betheiligung der Cutis mit ihrem Corpus papillare, den Haarsäcken und den verschiedenen Drüsen. Es erscheint mir darum nicht überflüssig, in dem Folgenden die genaue Beschreibung der Haut eines mit Ichthyosis cornea geborenen Kalbes zu geben, welches sich in der Sammlung des hiesigen physiologischen Institutes befindet und dessen Untersuchung mir noch von Herrn Professor Reichert übergeben wurde.

Nach den von dem früheren Besitzer ertheilten Nachrich-

ten ist das Thier als drittes Kalb von einer gesunden Kuh geboren. Von diesen 3 Kälbern, die alle rechtzeitig geboren sind, waren die beiden ersten, deren Geschlecht ich nicht mehr erfahren konnte, ebenfalls abnorm, und zwar zeigte das erste dieselbe hornartige Beschaffenheit der Haut, während das zweite zwar mit gesunder Haut, aber als eine Missgeburt bezeichnet wird, welcher Kopf und Extremitäten fehlten. Das dritte Thier, dessen Haut von mir untersucht wurde, ist männlichen Geschlechts; seine Länge von der Spitze der Schnauze bis zur Wurzel des Schwanzes beträgt 28, seine Höhe 18 Zoll.

Die äussere Bedeckung des Thieres zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung eine schmutzig graue, harte und rauhe Oberfläche, auf welcher sich verschieden geformte Höcker und Vorsprünge erheben, die von einander durch Lücken und Furchen getrennt sind. Das äussere Aussehen der Körperoberfläche gewinnt dadurch eine grosse Aehnlichkeit mit der rauhen und höckerigen Rinde eines Baumes. Aus dem Grunde der Furchen erheben sich sehr feine weisse oder, besonders an der Bauchseite, rothbraune Haare von 3—4‴ Länge; ebensolche sieht man bei genauer Betrachtung vereinzelt aus den Höckern hervortreten.

In der Anordnung dieser Vorsprünge und Furchen macht sich, bald mehr, bald weniger deutlich, eine gewisse Regelmässigkeit insofern kenntlich, als dieselben Hals, Rumpf und Extremitäten in parallelen Hauptzügen gürtelartig umgeben; innerhalb dieser Hauptrichtungen und an den Grenzen der genannten Körpertheile lässt sich eine bestimmte regelmässige Anordnung nicht mehr erkennen. Die einzelnen Vorsprünge, deren Farbe von demselben schmutzigen Grau ist wie die Grundfläche, überragen diese fast an allen Körperstellen in der gleichen Höhe von 1—2‴, nur am Kopf, Gesicht und Extremitäten sind sie etwas niedriger; in Form und Umfang zeigt sich grössere Verschiedenheit. Bald stellen sie kegelförmige Erhebungen dar, bald sind es längliche, leistenartige Vorsprünge, oder mehr oder weniger regelmässig viereckige Platten. Diese letzteren, bald mehr von oblonger, bald mehr von quadratischer Form, kommen von 3—4 Linien Breite bis zu der von $1\frac{1}{2}$ Zoll vor, und zwar finden sich die grösseren besonders

an Stirn und Gesicht, die kleineren an den Schulterblättern, an den Hüften und am Schwanze, während am Rumpfe und den Extremitäten die leisten- und kegelförmigen, wenn auch nicht ausschliesslich, vorkommen. Die Richtung, in der sich diese Vorsprünge auf der Körperoberfläche erheben, ist bei den plattenartigen, grösseren, eine senkrechte, während die leisten- und kegelförmigen mehr schräg gestellt sind, und zwar lässt sich hierbei eine gewisse Regelmässigkeit daran erkennen, dass die zu den oben erwähnten Hauptzügen gehörenden meist nach derselben Seite zu geneigt sind. Von der Grundfläche aus erben sich die leisten- und kegelförmigen Vorsprünge mit breiterer Basis und verjüngen sich nach dem Gipfel zu bedeutend, während es bei den breiteren, plattenartigen weniger hervortritt; immer jedoch sind bei allen die Seitenflächen bogig ausgeschweift.

An Schnitten, die senkrecht zur Oberfläche durch die ganze Dicke der Haut geführt wurden, unterscheidet man an den Stellen, welche den Furchen zwischen den einzelnen Vorsprüngen entsprechen, mit der Loupe deutlich die Epidermis von dem unterliegenden Substrat, der eigentlichen Cutis (Fig. 2 a, b, c). Die Epidermis zeigt mit Hülfe des Mikroskopes einen parallel der Oberfläche geschichteten Bau und besteht aus einer oberflächlichen, $^1/_{10}$''' dicken Schicht verhornter Epidermiszellen und einer tieferen, $^1/_{12}$''' dicken Lage, welche aus Zellen mit dem Charakter der des Rete Malpighii zusammengesetzt ist. Nur äusserst selten wird die Epidermis an diesen Stellen von der Mündung eines Haarsackes unterbrochen. Beide Strata derselben setzen sich in die Substanz der Höcker fort, welche auf dem Längsschnitt als eine parallel der Längsaxe fein gestreifte und in dieser Richtung leicht spaltbare Masse erscheint, in der sich zahlreiche feine Haare erkennen lassen. An Querschnitten, die durch solche Höcker geführt sind, scheinen dieselben aus einer harten, anscheinend homogenen hornartigen Masse zu bestehen, welche bei auffallendem Lichte ein mattgelbliches Aussehen hat, in dünnen Schichten das Licht durchscheinen lässt. An dünnen Querschnitten lassen sich in dieser anscheinend homogenen Substanz mit der Loupe zahl-

reiche weisse undurchsichtige Punkte erkennen; unter dem Mikroskop sieht man in der durchscheinenden hornartigen Grundmasse zahlreiche kreisrunde oder elliptische Lücken, welche den mit blossem Auge schon sichtbaren weissen Punkten entsprechen (Fig. 1B); diese Lücken sind zuweilen leer, meist aber enthalten sie genau die Höhlungen der Lücken ausfüllende Scheiben, die man bald als Quer- und Schrägschnitte von den Haaren erkennt, die in der hornigen Substanz eingebettet liegen. Dieselben Lücken der Hornsubstanz sieht man auf Längsschnitten in Form von länglichen Spalten oder Kanälen. Da diese Hohlräume genau von den in ihnen enthaltenen Haaren ausgefüllt werden, so ist ihre Form und Grösse von diesen bedingt. Obschon man nun aus verschiedenen Höhen der Höcker auf einem und demselben Querschnitte Haarscheiben von verschieden grossem Durchmesser trifft, so sind sie und also auch die Lücken doch im Allgemeinen in den oberen Partien von etwas geringerem Durchmesser als in den tieferen; hier macht sich ausserdem noch der Unterschied bemerklich, dass auf einem Querschnitt die in der Peripherie der Höcker gelegenen Lücken einen etwas grösseren Durchmesser haben, als die centralen. Die mehr kreisrunde oder elliptische Form ist natürlich von der Genauigkeit abhängig, mit der der Schnitt horizontal geführt wurde; je tiefer man aber den Schnitt führt, desto mehr nehmen, auch bei ganz horizontaler Richtung, die elliptischen Formen überhand, und zwar erscheinen die centralen Hornlücken quer, die peripheren immer mehr schräg getroffen. In der Art, wie diese Hornlücken vertheilt sind, lässt sich an Querschnitten aus den oberen Partien der Höcker eine gruppenweise Anordnung nicht verkennen, indem 3—4, oft auch 5—8 solcher Lücken näher an einander liegen und grössere Bezirke von Hornsubstanz zwischen diesen Gruppen frei bleiben. Weiter abwärts schwinden diese freien Zwischenräume, und die einzelnen Lücken stehen dann gleichweit von einander entfernt; nur gegen die Basis zu macht sich eine Ungleichheit der Vertheilung dadurch geltend, dass auf einem Querschnitt die centralen Lücken dichter, die peripheren dagegen weiter von einander abstehen.

Was den mikroskopischen Habitus der Hornmasse selbst anlangt, so charakterisirt sich derselbe an Querschnitten durch eine in ihr auftretende concentrische Streifung, welche die einzelnen Hornlücken ringförmig umgiebt (Fig. 1A). Zunächst sieht man um eine jede der leeren oder mit einem Haare gefüllten Hornlücken einen ringförmigen Saum (Fig. 1a), welcher je nach der Grösse der Lücke und der Dicke des darin enthaltenen Haares breiter oder schmaler ist, im Allgemeinen die Hälfte des queren Durchmessers des zu ihm gehörenden Haares beträgt und sich durch eine leicht ockergelbe Färbung scharf von der Umgebung abhebt. Dieser Saum besteht aus feinen concentrischen Streifen, welche ringförmig die Hornlücke

umgeben. Die zwischen diesen concentrisch gestreiften Hornringen gelegene Hornsubstanz, welche von dieser gelblichen Färbung frei ist, bietet theils ein homogenes Aussehen dar, theils lässt sie eine zwar ebenfalls deutliche, doch weniger regelmässig concentrische und gröbere Streifung erkennen (Fig. 1b). Diese Streifen, welche sich besonders dadurch charakterisiren, dass sie weiter von einander abstehen und stärker contourirt erscheinen, verlaufen theils in bogigten Linien zwischen den Hornringen, theils gehen sie in geschlossenen Kreislinien concentrisch um dieselben herum; die peripheren verlaufen zuletzt in bogigten Linien in die übrige Hornsubstanz oder sie gehen in die Streifung über, die zu einer benachbarten Hornlücke gehört; zuweilen sieht man sogar eine dritte, mehr oder weniger regelmässig concentrische Streifung um zwei oder drei mit eigener doppelter Ringstreifung versehene Hornlücken auftreten. Es entsteht auf diese Weise durch die Streifung der Hornsubstanz um die Hornlücken ein System von Ringen, von denen die einen, welche die Lücken zunächst umgeben, sich durch ihre viel feinere und vollkommen concentrische Streifung von den äusseren gröber und unvollkommen concentrisch gestreiften unterscheiden. Die Breite der äusseren Ringe ist im Gegensatz zu den die Lücken unmittelbar umgebenden innern, welche immer in einem bestimmten Breitenverhältniss zu dem Dickendurchmesser des zugehörenden Haares stehen, selbst auf einem und demselben Querschnitt sehr wechselnd und unbestimmt, weil die peripheren Streifen in Hornsubstanz von homogenem Aussehen oder in benachbarte Ringsysteme übergehen. Da, wie oben angegeben wurde, in den tieferen Partien der Höcker die central gelegenen Hornlücken näher an einander gerückt sind, als die peripheren aus derselben Höhe und die aus höher gelegenen Theilen der Höcker, so folgt daraus, dass sich hiernach auch die Breite dieser äusseren Ringsysteme richtet. Nur die inneren Hornringe finden sich auch in den tiefsten Partien der Höcker und zwar in dem gleichen bereits angegebenen Verhältniss zur Dicke des zugehörenden Haares, die äusseren fehlen fast ganz zwischen den centralen Hornlücken in den tiefsten Partien der Höcker, während sie um die peripheren, welche weiter von einander abstehen und grösser sind entsprechend der Entfernung, in der die Hornlücken hier von einander abstehen, sich deutlich vorfinden (Fig. 2).

Durch dieses beschriebene Verhalten gewinnen diese Querschnitte eine grosse Aehnlichkeit mit denen vom Huf, wo ebenfalls concentrisch gestreifte Hornsubstanz Höhlungen umgiebt, welche hier aber vertrocknete Papillen enthalten.

An Schnitten, die senkrecht zur Hautoberfläche durch solche Hornleisten geführt werden, treten, wie schon bemerkt wurde, die in der Hornsubstanz enthaltenen Hohlräume in Form von Spalten oder kanalartigen Lücken auf (Fig. 2d), welche, da

sie genau der Form und Grösse der in ihnen enthaltenen Haare entsprechen, von der Basis nach der Spitze zu sich verjüngen. Die Haare liegen dicht gedrängt neben einander. Die zwischen den einzelnen Lücken befindliche hornige Substanz zeigt eine der Richtung der Höhlung parallele Längsstreifung und zwar kann man auch hier einen leicht gelblich tingirten inneren Längssaum als nächste Begrenzung der Lücken unterscheiden.

Bei Behandlung der Präparate mit Kali sieht man die Hornsubstanz entsprechend der beschriebenen Streifung in feine, faserähnliche Streifen zerfallen, welche, je nachdem der Schnitt horizontal oder senkrecht geführt wurde, in kreisförmig concentrischen oder in Längsstreifen die Lücken umgeben. Bei längerem Einwirken des Kali erkennt man deutlich die die Hornmasse zusammensetzenden kernhaltigen Epidermiszellen, welche, je nachdem man sie von der Fläche oder von den Kante zu sehen bekommt, ein plattes oder langgestrecktes Aussehen haben.

Da nun die concentrische Streifung der Hornsubstanz an Querschnitten einer zur horizontalen senkrechten Streifung an Längsschnitten entspricht, so kann diese Streifung nicht auf eine Faserung zu beziehen sein; die Streifung stellt sich vielmehr als der optische Ausdruck feiner Lamellen dar, welche in concentrischen Lagen die für die Haare bestimmten Höhlungen umgeben und deren Quer- und Längsschnitte sich bei Einwirkung des Kali als scheinbare Fasern isoliren. Nicht selten erhält man bei Längsschnitten Bilder, an denen eine Haarlücke in ihrer Längsachse angeschnitten, das zu ihr gehörende Haar durch den Messerzug ganz oder theilweise herausgerissen ist (Fig. $2d_1$); man sieht dann in einen cylindrischen Hohlraum, an dessen Wandung man den concentrisch geschichteten lamellösen Bau daran deutlich erkennt, dass die die Wandung bildenden Lamellen in verschiedenen Höhen getroffen, gegen die Höhlung sich terrassenförmig absetzen. Es bestehen demnach die Hornhöcker aus Hornmasse, welche von Höhlungen für die darin enthaltenen Haare durchsetzt ist. Diese Höhlungen richten sich nach Form, Grösse und Richtung genau nach den in ihnen enthaltenen Haaren, sie haben daher eine konische Form, nehmen an der Basis an Weite zu und da nur aus den oberen Partien die Querschnitte der Höhlen mit den in ihnen enthaltenen Haaren durch die ganze Dicke der Höcker in einer Ebene liegen, während gegen die Basis der Höcker zu auf einem Querschnitte nur die centralen quer, die peripheren um so schräger getroffen sind, je weiter sie vom Mittelpunkte entfernt sind, so folgt daraus, dass die Haarhöhlen nur in den oberen Partien der Höcker senkrecht in die Hornmasse eingebettet liegen, in den tieferen dagegen nur die in der Mitte gelegenen, während die peripheren sich nach abwärts zu immer weiter von der senkrechten Richtung entfernen und eine schräge Lage einnehmen. Die Hornmasse selbst ist nicht gleichmässig zwi-

sehen diesen Höhlungen vertheilt, sondern umgiebt sie in concentrischen Lamellen in Form ineinander enthaltener Hohlröhren, welche sich auf Querschnitten als fein gestreifte concentrische Ringe kenntlich machen,' während zwischen ihnen eine nicht so vollständig concentrische lamellöse Hornmasse zu erkennen ist, die sich nach der Tiefe zu in der Mitte der Höcker immer mehr verliert, zwischen den peripherisch gelegenen Haarhöhlen aber deutlich auftritt. Die Hornmasse selbst besteht aus verhornten Epidermiszellen.

Wie schon oben bemerkt wurde, geht die Epidermis der den Furchen der Oberfläche entsprechenden Stellen in die Substanz der Hornhöcker über. Man sieht an Präparaten aus dieser Gegend (Fig. 2ab) die Hornschicht der Epidermis an der Basis der benachbarten Höcker sich etwas erheben und ihre der Oberfläche parallele horizontale Streifung, je nachdem der Schnitt geführt wurde, in die Längs- oder concentrische Streifung der Hornsubstanz der Höcker übergehen. Da in den seitlichen Partien der Höcker die Hornhöhlen mit ihren Haaren grösser sind und weiter aus einander liegen, so sieht man, da wo dieselben quer getroffen sind, die horizontale Streifung der Epidermis der Furchen sich zwischen die von den innern Hornringen umgebenen Lücken fortsetzen und weiterhin in die concentrische Streifung der Hornsubstanz übergehen. In gleicher Weise lässt sich die Malpighi'sche Schicht der Epidermis in die Höcker verfolgen. Unter den Furchen zeigt sie den horizontal geschichteten Bau der Hornschicht, und auch unter den Hornhöckern wiederholen sich die bereits beschriebenen Verhältnisse. — Man sieht hier wieder die bald quer, bald längs getroffenen mit Haaren gefüllten Lücken, die nicht mehr in einer hornigen Substanz, sondern in einem weichen Stroma eingebettet liegen, welches aus Zellen der Malpighi'schen Schicht zusammengesetzt ist. Der concentrisch gestreifte Hornring, der in den Höckern die Hornlücken zunächst umgiebt, nimmt von aussen nach innen zu immer mehr an Mächtigkeit ab; dafür treten um jede Hornlücke ringförmige Säume von Zellen des Rete Malpighii gebildet auf, welche unter der Mitte der Höcker dicht neben einander liegen, in den peripheren Theilen durch Epidermisstreifen getrennt sind, in welche die Malpighi'sche Schicht unter den Furchen sich unmittelbar fortsetzt.

Das unter der Epidermis gelegene Substrat der Haut enthält zahlreiche in dasselbe eingebettete Haarsäcke, welche nicht gleichmässig über die ganze Fläche vertheilt, sondern zu abgesonderten, den Höckern der Oberfläche nach Form und Grösse entsprechenden Gruppen angeordnet sind. Innerhalb dieser Gruppen sind nur die mittleren in senkrechter Richtung in die Haut eingesenkt, vom Centrum aus entfernen sie sich mit ihrem Grunde immer mehr von der senkrechten, so dass die äussersten eine fast horizontale Lage haben und mit ihrem

Grunde die unter den Furchen der Oberfläche gelegenen Partien des Coriums einnehmen. Von den zu einer Gruppe gehörenden Haarsäcken liegen die centralen dichter an einander und sind mit den in ihnen enthaltenen Haaren kleiner als die peripheren.

Von den einzelnen Schichten des Coriums setzt sich das Stratum papillare, wie man unter den Furchen und unter den peripheren Theilen der Höcker leicht erkennt, in geradliniger Begrenzung, ohne sich in Papillen zu erheben, gegen die überliegende Epidermis ab (Fig. 2ab); schwieriger ist es wegen der dichteren Lagerung der Haare dieses Verhältniss unter der Mitte der Höcker zu erkennen; doch gilt hier, wie man an sehr feinen Schnitten sich überzeugt, dasselbe.

Was den histologischen Charakter anlangt, so besteht das Corium aus reifem Bindegewebe, welches in der Mitte der Dicke der Haut reich an elastischen Fasern ist; hin und wieder sieht man in dem Substrat die Durchschnitte feiner Arterien und Venen.

In Bezug auf die Structur der Haarsäcke erkennt man deutlich die aus Bindegewebe gebildete eigene Wandung und die eines ausgebildeten Stratum corneum entbehrende Epidermis des Haarsackes, die sogenannte äussere Wurzelscheide (Fig. 2f). An Querschnitten aus den oberen Theilen der Cutis markirt sie sich als ein das Haar umgebender Epidermisring, dessen dem Haare zunächst gelegene Lagen verhornt sind und um das Haar einen feinen Hornring bilden. Messungen an Haaren gleicher Grösse aus verschiedenen Höhen der Haut ergeben, dass die Breite dieses Ringes der äusseren Wurzelscheide mit ihren verhornten äusseren Lamellen gleich ist der Breite des Epidermisringes in der Malpighi'schen Schicht und der des inneren Hornringes in den unteren Partien der Höcker. An feinen Längsschnitten sieht man übrigens die Längsstreifen der Hornsubstanz der Höcker sich in die äussere Wurzelscheide fortsetzen. An den Haaren erkennt man besonders deutlich am Querschnitt die polyedrischen Zellen der eigentlichen (inneren) Wurzelscheide (Fig. 2g), welch sich zuweilen bis gegen die Grenze der Epidermis nachweisen lässt; das Haar selbst lässt sich in allen seinen Theilen deutlich erkennen. Andere der Haut angehörende Gebilde, wie Talgdrüsen, lassen sich nirgends wahrnehmen.

Um nun die gewonnenen morphologischen Verhältnisse der ichthyotischen Haut durch Vergleich mit der normalen richtig zu deuten, erscheint es angemessen, die Structurverhältnisse der Haut des neugeborenen Kalbes unter normalen Verhältnissen in grösster Kürze folgen zu lassen.

Gegen die sehr dünne, aus einer zarten Hornschicht und einem Stratum Malpighii bestehende Epidermis setzt sich das Substrat der Haut, die eigentliche Cutis, scharf ab. In dieselbe sind in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig dicht nebenein-

ander und in nahezu senkrechter Richtung zur Oberfläche die Haarsäcke eingesenkt, in welche die Epidermis als Epithelium des Haarsackes oder sogenannte äussere Wurzelscheide mit ihrer Malpighi'schen Schicht hinabsteigt, während die Hornschicht sich nur eine kleine Strecke weit in die Mündungen der Haarsäcke verfolgen lässt. An den Seiten der Haarbälge sieht man häufig deutlich entwickelte Talgdrüsen, welche in dieselben münden. Die Haarsäcke liegen so dicht neben einander, dass zwischen zwei benachbarten nur ein schmaler Streifen Cutis frei bleibt, nicht so breit, als der Dickendurchmesser eines Haarsackes. Diese freien Partien der Cutis setzen sich in geradliniger Begrenzung, ohne sich in Papillen zu erheben, gegen die Epidermis ab. Als wichtig für den folgenden Vergleich hebe ich die dichte Nebeneinanderlegung der einzelnen Haarsäcke hervor, weil in Folge hiervon der bei Weitem überwiegende Theil der Epidermis als Auskleidung derselben auftritt, und die geradlinige Begrenzung der nur als schmale Säume zwischen den Haarsäcken auftretenden Cutis gegen die Epidermis. Dieselben Verhältnisse zeigt im Allgemeinen auch die Haut des erwachsenen Rindes; nur sind die Interstitien zwischen den einzelnen Haarsäcken bedeutend grösser.

Vergleichen wir hiernach die ichthyotische Haut mit der normalen, so ergiebt sich zunächst, dass die Epidermis das normale Maass bei Weitem übersteigt. Was ihre Structur betrifft, so zeigt sie einmal an den Stellen, welche den Furchen der Oberfläche entsprechen, einen lamellösen, parallel der Oberfläche geschichteten Bau, während sie im Uebrigen über die Oberfläche prominirende Höcker bildet, deren Hornmasse konische der Form und Grösse der in ihnen enthaltenen Haare genau entsprechende Höhlungen enthält, um welche dieselbe in concentrischen Schichten gelagert ist, welche sich in die Epithel-Auskleidung der Haarsäcke fortsetzen.

Bekanntlich stellen sich die Horngebilde überall als der Abguss ihrer Matrix dar und sind in ihren Structurverhältnissen von dieser abhängig; da nun, wie oben hervorgehoben wurde, die Epidermis des neugeborenen Kalbes in ihrer grössten Ausdehnung als Epithel-Auskleidung der Haarsäcke auftritt, so muss bei einer Wucherung der Epidermis diese auch den concentrisch-lamellösen Bau der Epithel-Auskleidung der Haarsäcke darbieten. Während sich also für die Structur der Hornhöcker Anhaltspuncte in dem Bau der normalen Haut finden, ist gleichwohl das Auftreten der Höcker selbst gegenüber den Furchen, also die stellenweise grössere Erhebung der Epidermis nicht erklärt. Gewöhnlich werden diese Furchen als Einrisse in die verhornte Epidermis aufgefasst, wir sehen aber in dem beschriebenen Falle überall, wo die Epidermis der Furchen in die Höcker übergeht, immer die parallel der Oberfläche gelagerten Lamellen in continuirlichem Verlaufe an der Seite der Höcker aufsteigen und sich in ihre Hornsub-

stanz fortsetzen, ohne irgendwo die Zeichen eines gewaltsamen Einreissens erkennen zu lassen. Andere Autoren, wie Fuchs, Hebra, ferner Simon, leiten das Entstehen dieser Höcker von einer gleichzeitigen Wucherung des Papillarkörpers ab, wodurch auch die normalen, zwischen den Papillen verlaufenden Furchen vertieft und vergrössert würden. Die Richtigkeit der Beobachtung unbezweifelt, kann doch diese Erklärung für den hier beschriebenen Fall nicht gelten, weil sich hier in der ichthyotischen, wie überhaupt in der Haut des Rindes auch unter normalen Verhältnissen, keine Papillen finden. Dagegen fällt beim Vergleich der ichthyotischen Cutis mit der normalen sogleich die Abweichung in der Anordnung der Haarsäcke auf, welche statt gleichmässig vertheilt zu sein, zu Gruppen vereinigt sind, die dem Umfange und der Form der Höcker entsprechen. Innerhalb dieser Gruppen liegen nur die centralen senkrecht, während die peripheren sich mit ihrer Basis immer mehr von der Senkrechten entfernen, so dass die äussersten fast horizontal in dem Substrat der Cutis eingebettet liegen. Diese Lagerung und Anordnung der Haarsäcke kann nicht die ursprüngliche sein, sonst wäre es unerklärlich, warum nicht die Epidermis der Furchen zu gleicher Höhe mit den Höckern gewuchert wäre, da man sich doch wohl nicht eine Wucherung der Epidermis-Auskleidung der Haarsäcke ohne Betheiligung der Epidermis im Ganzen denken kann. In der That ergeben sich auch aus den Structur-Verhältnissen der Höcker Anhaltspunkte zu einer Erklärung dieser veränderten Lagerung. Wie bei der Beschreibung der Hornhöcker hervorgehoben wurde, werden, je tiefer man die Querschnitte führt, die peripher gelegenen Höhlen mit ihren Haaren desto mehr schräg und nur die centralen quer getroffen, während in den oberen Partien auf einem Querschnitt nur quer getroffene Höhlen zu sehen sind. In Bezug auf die Grössenverhältnisse, so haben in den tieferen Partien die peripher gelegenen Hornlücken einen grösseren Durchmesser, als die centralen, während weiter oben die Hornlücken, im Allgemeinen kleiner, in verschiedenen Grössen gleichmässig über den ganzen Schnitt vertheilt sind; endlich liegen gegen die Basis der Höcker zu die centralen Lücken dichter neben einander als die peripheren, so dass bei jenen die zwischen den einzelnen Hornringen gelegene Hornsubstanz, wie solche zwischen den peripheren Hornlücken der tieferen Partien und in den oberen durchweg beobachtet wird, gänzlich fehlt. Es entspricht also Lagerung und Anordnung, sowie die Grössenverhältnisse der Haare mit ihren Höhlungen nur in den unteren Partien der Höcker dem Verhalten der Haarsäcke im Corium; in den oberen stehen die Haare senkrecht; zwischen den zu den einzelnen Haarlücken gehörenden Hornringen lässt sich eine ebenfalls concentrisch gestreifte Zwischenmasse erkennen. Da nun die oberen Theile der Höcker die zuerst gebildeten Theile der Epidermis, die in

ihnen enthaltenen Spitzen der Haare das ganze Haar in einer früheren Periode darstellen, so muss auch die Lagerung der Haare, das Verhalten der Haarlücken zu einander und der zwischen ihnen gelegenen Hornmasse in den oberen Theilen der Höcker die ursprüngliche sein, und da diese Verhältnisse sich auf die der normalen Haut zurückführen lassen, so müssen die Abweichungen, die sich in den tieferen Stellen der Höcker und des Corium finden, erst später entstanden sein. Berücksichtigt man ferner das Verhalten der Haarsäcke in der Cutis, von denen die in der Mitte einer Gruppe senkrecht stehen, kleiner sind und eng an einander liegen, die peripheren dagegen schräg eingelagert weiter von einander abstehen und an Grösse die centralen übertreffen, während aus der Anordnung der Hornhöhlen in den höheren Partien hervorgeht, dass die Haarsäcke in der Cutis ursprünglich von einander durch Interstitien getrennt waren, wie es zwischen den peripher gelegenen Haarsäcken der Fall ist, so kann die spätere gruppenweise Lagerung der Haarbälge und das Entstehen von Höckern und Furchen nur auf ein unvollkommenes und ungleichmässiges Wachsthum bezogen werden. An den der Mitte der Höcker entsprechenden Stellen ist die Cutis nicht gewachsen, ja die zwischen den Haarsäcken ursprünglich befindlichen freien Streifen des Coriums sind sogar auf Kosten der Haarbälge, die gleichwohl auch nicht die Grösse der peripher gelegenen erreicht haben, atrophirt. Nur gegen die Furchen zu hat, wie ein Vergleich des Coriums mit den Höckern zeigt, ein Wachsthum stattgefunden, während es in den unter der Mitte der Höcker gelegenen Stellen behindert war. Dieses Hinderniss ist in der Wucherung der Epidermis gegeben, welche bei den sehr nahe an einander gerückten Haarbälgen in ihrer grössten Ausdehnung als Epidermis-Auskleidung derselben auftrat; entsprechend der Form der Matrix bildete sich um jedes Haar eine aus concentrischen Lamellen bestehende Hornröhre, die sich auf Querschnitten überall als der innere Hornring manifestirte; die um und zwischen ihnen gelagerte Epidermis hat ebenfalls eine concentrisch lamellöse Structur. Durch diese Wucherung wurden die Haarsäcke mit ihren Mündungen festgehalten, die Ausdehnung der Cutis durch Wachsthum behindert. Statt dass wie im Normalen, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Haarsäcken gleichzeitig mit diesen sich überall gleichmässig verbreitern, trat ein nachträgliches Wachsen nur an einzelnen Stellen ein, welche den Furchen der Oberfläche entsprachen; die benachbarten Haarsäcke wuchsen, an der Mündung festgehalten, mit ihrem Grunde nach diesen Stellen zu und nahmen so die gruppenweise Anordnung an. Die Epidermis, welche an den durch das ungleiche Wachsthum der Haut zwischen den Haargruppen entstandenen Zwischenräumen ebenfalls wucherte, zeigt hier, entsprechend dem unterliegenden Substrat, eine der Oberfläche parallele Schichtung.

Es charakterisirt sich also der beschriebene Fall von Ichthyosis durch eine Wucherung und Verhornung, die hier in ihrer grössten Ausdehnung als Epidermis der Haarsäcke auftritt und deshalb einen concentrisch-lamellösen Bau in den Höckern darbietet.

Das Auftreten von Höckern und Furchen, welches der Haut gerade das eigenthümliche Aussehen giebt, ist nur eine Folge des durch die Wucherung und Verhornung der Epidermis behinderten und darum ungleichmässigen Wachsthums der Haut. — Es ist demnach kein Grund vorhanden, diesen Fall von Ichthyosis aus der Reihe anderer hervorzuheben, bei denen die Abnormität nur in einer Wucherung und Verhornung der Epidermis besteht.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrösserung: 1 : 80.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Hornhöcker in seinem oberen Theile. A Hornsubstanz mit ihrer concentrischen Streifung. B die in derselben enthaltenen runden mit Querschnitten von Haaren ausgefüllten Lücken. a die fein concentrisch gestreiften Hornringe, welche jede Hornlücke zunächst umgeben. b die übrige nicht so regelmässig concentrisch gestreifte Hornsubstanz.

Fig. 2. Ein Schnitt, welcher senkrecht durch die ganze Dicke der Haut geführt ist und einen Hornhöcker zwar in derselben Richtung, doch nicht genau in der Mitte durchschneidet. Der Schnitt hat an den seitlichen und oberen Partien des Höckers die in ihm enthalnen Haare mit ihren Horncylindern parallel ihrer Richtung getroffen. In der Tiefe sieht man einige mehr central gelegene im Substrat eingebettete Haarsäcke im Schrägschnitt. Die oberen Reihen der in der Mitte des Bildes liegenden Querschnitte sowie die zu beiden Seiten befindlichen Schrägschnitte sind etwas grösser und stehen weiter von einander ab, als die tieferen, da sie mehr peripher gelegenen Haaren angehören. a die Hornschicht. b das Stratum Malpighii der Epidermis, welche an den Stellen, die den Furchen der Oberfläche entsprechen, eine derselben parallele horizontale Schichtung zeigt und sich in die Hornmasse der Höcker fortsetzt. c das Substrat der Haut, welches sich in geradliniger Begrenzung gegen die Epidermis absetzt, mit den in dasselbe eingebetteten Haarsäcken und einzelnen Gefässen. d die Horncylinder des Höckers mit den in ihnen enthaltenen Haaren parallel ihrer Richtung getroffen (bei d_1 ein angeschnittener Haarcylinder). e Quer- und Schrägschnitte der Horncylinder, welche sich als die Haarschnitte umgebende, concentrisch gestreifte, mehr oder weniger runde Hornringe darstellen, deren Breite nach der Tiefe zu immer mehr abnimmt. f Ringförmige Säume von Zellen des Rete Malpighii gebildet, welche in den tieferen Partien der Höcker und im Substrat anfangs neben, dann statt der Hornringe auftreten und sich als Querschnitte von der Epithelialauskleidung der Haarsäcke erwiesen. g Innere Wurzelscheide im Querschnitt. h Epidermis von unregelmässig concentrischer Streifung zwischen den zu den einzelnen Haaren gehörenden Epidermisringen. Zwischen den central gelegenen Haaren fehlt sie fast gänzlich.

Ueber die drüsenartige Natur des sogenannten Ganglion intercaroticum.

Von

Dr. Hubert Luschka,
Professor der Anatomie zu Tübingen.

(Hierzu Taf. X, B.)

Die erste Nachricht über die Existenz derjenigen Bildung, für welche die nachfolgenden Mittheilungen vielleicht ein erneutes Interesse zu wecken im Stande sind, ist von Haller[1]) in der Litteratur, jedoch nur ganz beiläufig, niedergelegt worden. Ein Jahr später hat, wahrscheinlich unter Haller's Einfluss, Berkelmann[2]) eine etwas bestimmter formulirte Angabe gemacht, welche dahin lautet: „Ad posteriorem carotidis internae faciem rami aliquot abeunt et in ipsa divisione, qua externa ab interna secedit, ganglion faciunt.“ Doch wurde dieser Knoten erst von C. S. Andersch[3]) ausführlich beschrieben und als „Ganglion intercaroticum“, wie er auch seitdem genannt wird, in die Neurologie eingeführt. Später haben mehrere Beobachter das Ganglion zum Gegenstande einlässlicher Untersuchungen gemacht. Namentlich sind specielle Arbeiten hierüber von Valentin[4]) und Mayer[5]) veröffentlicht worden, und kommt dem letzteren insbesondere das

1) De vera origine nervi intercostalis. Göttingen 1743.

2) De nervorum in arterias imperio. 1744.

3) Tractatus anatomico-physiol. de nervis corp. h. aliquibus, Regiom. 1797.

4) J. F. C. Hecker's Annalen der gesammten Heilkunde. 1833 Bd. 26, S. 398.

5) L. F. Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur und Heilkunde. 1833.

Verdienst zu, die Beständigkeit des Knotens beim Menschen gezeigt und sein Vorkommen auch bei mehreren Thieren nachgewiesen zu haben. In neuerer Zeit ist dem intercarotischen Knoten nicht mehr viel Aufmerksamkeit zugewendet, sondern nur nebenher bemerkt worden [1]), „dass die Fäden des Plexus caroticus externus sich zum Theil zu einem, in der gabelförmigen Spaltung der Carotis communis liegenden, kleinen, länglich-runden Knoten vereinigen", oder dass er, wie z. B. Fr. Arnold [2]) meint, zu „den wandelbaren Ganglien„ gehöre und häufig, wenn nicht in der Mehrzahl der Fälle, ein blosses, dichtgedrängtes Geflecht sei.

Was über diese knotenähnliche Formation in Erfahrung gebracht worden ist, bezieht sich fast nur auf seine Grösse, Form, Lage und auf seinen äusserlichen Zusammenhang mit Nervenzweigen. Eingehende, seine Texturverhältnisse betreffende Nachforschungen scheinen unterblieben und nicht einmal der Versuch gemacht worden zu sein, die specifischen Attribute eines Ganglion, Nervenzellen nämlich ausfindig zu machen. Aber auch schon gewisse, dem unbewaffneten Auge zugängliche Qualitäten dieses Organes scheinen sich der Beobachtung entzogen zu haben, da nirgends auf die doch so auffälligen, schon gröberen Differenzen von allen anderen Ganglien hingewiesen worden ist.

Die nachstehenden Erörterungen, welche das Ergebniss zahlreicher, jede Altersstufe und beide Geschlechter betreffender Untersuchungen sind, werden den nunmehr leicht zu constatirenden Beweis liefern, dass es sich hier überhaupt nicht um ein Ganglion im gewöhnlichen Sinne, sondern um ein drüsenartiges, dem Halstheile des Sympathicus adjungirtes Organ handelt.

Form und Grösse desselben bieten einigen Wechsel dar. Meist erscheint es als einiger, länglich-runder Körper, welcher höchstens 7 Mm. lang, 4 Mm. breit und 1½ Mm. dick, am gewöhnlichsten nur 5 Mm. lang und 2½ Mm. breit

1) C. F. Krause, Handb. d. menschl. Anatomie. 2. Aufl. S. 1129.

2) Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II. 2. Abthl. S. 941.

ist. Nicht selten besteht es aus zwei ungleich grossen, spindelförmigen Seitenhälften, die nach unten zusammenfliessen, während sie nach oben mehr oder weniger weit aus einander weichen. Bisweilen ist die Masse des Organes in 4—5 rundliche Knötchen zerfallen, welche in dem fettreichen Zellstoffe zerstreut liegen, der an der inneren Seite in der Nähe der Bifurcation der Carotis communis angebracht ist. Darauf mag sich wohl die Angabe einiger Autoren beziehen, dass der sog. intercarotische Knoten nicht immer vorhanden sei. Denn in Hunderten von Nachforschungen habe ich dieses Organ, wenn auch bisweilen sehr reducirt, doch niemals gänzlich vermisst.

Seine Lage hat dasselbe, auch wenn es ungetheilt ist, in der Regel nicht innerhalb der Bifurcationsstelle, d. h. zwischen Carotis externa und interna, sondern es liegt gewöhnlich der medialen Seite des oberen Endes der Carotis communis und der genannten Aeste derselben so an, dass es in seiner ganzen Grösse und Gestalt nur durch die Präparation von innen her in situ dargelegt werden kann. Daselbst ist es von reichlichem, fetthaltigem Zellstoffe umgeben, ausserdem noch von einer Fortsetzung der Adventitia so eingeschlossen, dass diese zuerst von innen her gespalten werden muss, ehe man des Organes überhaupt ansichtig wird. Eine besondere Befestigung erhält dasselbe überdies durch ein Band, welches aus seinem unteren Ende hervorgeht, fast ganz aus elastischen Fasern besteht und sich unterhalb der Theilungsstelle der Carotis communis im Gewebe der Tunica media dieses Gefässstammes verliert.

Die Farbe des vollkommen isolirten, von Fett und Zellstoff möglichst befreiten Organes richtet sich einigermaassen nach dem Füllungsgrade seiner Capillaren. Man findet es bald grauröthlich, bald bräunlich-roth, in Fällen behindert gewesener Circulation, wie z. B. bei Strangulirten, auch bläulichroth mit zerstreuten Blutpunkten.

Die Consistenz ist eigenthümlich und wesentlich von der aller Ganglien des Nervensystems verschieden. Die Substanz ist in hohem Grade prall, elastisch und lässt sich mittelst Nadeln nur schwer zerzupfen und in dünne Schichten ausbreiten.

Für das unbewaffnete Auge erscheint die Substanz dieses Organes ziemlich gleichartig. Wenn dasselbe aber zwischen Gläsplatten comprimirt und mit der Loupe betrachtet wird, machen sich rundliche, grössere und kleinere Klümpchen bemerklich, welche ohne bestimmte Ordnung in ein an elastischen Fasern reiches, fibrilläres Bindegewebe eingestreut sind, das immer einzelne Gruppen von Fettblasen enthält, wenn die Isolirung auch noch so sorgfältig ausgeführt worden ist. In dem so beschaffenen, nach aussen nicht scharf abgegrenzten Stroma findet die gröbere Ausbreitung von Blutgefässen und Nerven statt.

Der feinere Bau des sog. intercarotischen Knotens wird an dem frischen Organe erst dann ohne Zusatz eines Reagens verständlich, nachdem er durch verschiedene Verfahrungsweisen, nämlich an Schnitten getrockneter, oder besser noch in Chromsäure erhärteter Objecte, insbesondere aber an Präparaten studirt worden ist, welche dem ganz frischen Organe entnommen, möglichst dünn ausgebreitet und mit Essigsäure durchsichtig gemacht wurden. An einem in der letzteren Weise vorbereiteten Objecte wird es stets sofort gelingen, folgende Constituentien zu unterscheiden:

a. Drüsenartige Hohlgebilde.

Sie sind es, welche in wechselnder Anzahl und Grösse jene rundlichen Klümpchen hauptsächlich zusammensetzen, die schon bei geringen Vergrösserungen an dünn ausgebreiteten Objecten sichtbar werden. Die meisten besitzen eine dicke Wand, die zu ihrer Grundlage eine structurlose, aber nur schwer isolirbare, mit dem Inhalte fest zusammenhängende Membran besitzt. An ihrer Aussenseite breitet sich eine Schichte feingestreifter Bindesubstanz aus, in welche zahllose, oblonge, dunkel-contourirte Kerne eingestreut sind. Die so beschaffene accidentelle Hülle ist es auch, welche die Gruppen der Drüsengebilde zu Körnern unter einander verbindet und sie nach aussen hin gegen das lockere Stroma abgrenzt. Hinsichtlich der Form der drüsenartigen Bestandtheile hat man zwei Typen zu unterscheiden, nämlich rundliche Blasen und

Schläuche. Die Blasen sind bald vollkommen sphärisch, bald mehr in die Länge gezogen, mitunter kolbenähnlich geformt, oder auch sanduhrartig eingeschnürt u. s. f. Die Schläuche bieten nicht minder variirende Gestalten dar, indem sie entweder cylindrisch, oder stellenweise ausgebuchtet, ganz einfach oder gabelig getheilt und von sehr ungleicher Länge sind. Sie haben nur selten einen ganz gestreckten Verlauf, sondern sind gewöhnlich mannichfaltig gekrümmt und ohne bestimmte Ordnung zwischen die Blasen hineingeschoben. Der Inhalt dieser Hohlgebilde ist ziemlich consistent und hängt mit der Wandung fest zusammen. Damit steht es im Einklange, dass die Hohlgebilde nicht leicht zum Bersten zu bringen sind. Dagegen ist man immer im Stande, durch feines Zerzupfen eines Objectes mit Nadeln denselben theilweise isolirt zu gewinnen. Viel zweckmässiger und belohnender ist es aber, den Inhalt in situ zu betrachten, was sehr gut an dünnen Scheibchen solcher Präparate geschehen kann, die durch Einlegen in verdünnte Chromsäure einige Erhärtung erfahren haben.

In den meisten Hohlgebilden kommen zahlreiche geformte Bestandtheile vor. Manche enthalten kleinere Blasen, welche sehr dünne Wände besitzen, übrigens Formelemente einschliessen, welche sich nicht von denjenigen unterscheiden, die frei neben ihnen vorkommen, oder den ganzen Inhalt anderer Hohlgebilde ausmachen. Diese Formelemente aber sind theils zarte Molecüle, unter welchen manche durch scharfe, dunkle Contouren und durch einen fettartigen Glanz sich auszeichnen, theils nackte Kerne sowie Zellen von verschiedener Form. Die Kerne haben gewöhnlich eine rundliche Form, sind theils ganz gleichartig und hell, theils granulirt und meist mit einem Kernkörperchen versehen. Unter den Zellen sind die meisten länglich-rund, manche polygonal, oder auch ganz regellos gestaltet. Bisweilen fand ich in dieser oder jener Blase Zellen, welche die grösste Aehnlichkeit mit jenen des Cylinderepithelium dargeboten, namentlich am freien Ende auch eine Art von Basalsaum gezeigt haben. Trotz aller Bemühung konnte ich bis jetzt keine unzweifelhaften Flimmerzellen nachweisen, doch darf ich nicht verschweigen, dass mir in einzelnen Chrom-

säurepräparaten konische Zellen vorgekommen sind, an deren dickem Ende Anhänge sich bemerklich machten, welche an verklebte Cilien gemahnten. In den Zellen findet sich ohne Ausnahme ein deutlicher Kern, neben welchem häufig einzelne grössere, dunkle Elementarkörnchen auffallen; im Uebrigen ist der Zelleninhalt fein granulirt, seltener so gleichartig, dass ein hyalines Aussehen resultirt. In Betreff der Anordnung der Zellen kann man im Allgemeinen sagen, dass sie überall regellos sei. Doch begegnet man häufig auch Blasen, in welchen die am meisten gegen die Peripherie gerückten Zellen nach Art eines Epitheliums ausgebreitet sind. So beschaffene zellenartige Bestandtheile und Kerne finden sich übrigens nicht ausschliesslich innerhalb der drüsigen Hohlgebilde, sondern dieselben sind auch hier und dort vereinzelt, oder in Gruppen beisammen liegend, frei in das Stroma des Organes, oder zwischen jene Hohlgebilde eingestreut.

b. Blutgefässe.

Das in Rede stehende Organ empfängt sein arterielles Blut theils durch directe Zweigchen der Carotis primitiva, welche an deren medialem Umfange unmittelbar unter dem Theilungswinkel entspringen, theils aus den sich in seiner Umgebung ausbreitenden Netzen der Adventitia. Der Gehalt des Organes an Gefässen ist so ausserordentlich gross, dass die von ihrer umhüllenden Zellstoffschichte entblösste Substanz desselben nach glücklich ausgeführter künstlicher Injection fast gleichförmig roth erscheint. Von den stärkeren Zweigchen gehen im Inneren nach allen Seiten Reiser ab, welche sich über den Drüsenkörnern in ein sie förmlich umspinnendes Maschenwerk auflösen. Bisher ist es mir noch nicht gelungen, ein Capillarnetz zur Ansicht zu bringen, welches man hätte den Hohlgebilden im einzelnen zuschreiben können.

c. Nerven.

Zwischen der Carotis externa und interna befindet sich gegen den Theilungswinkel hin ein sehr reiches Nervengeflecht — Plexus intercaroticus — welches einen Complex von

Fäden des N. laryngeus superior, des glossopharyngeus und einer wechselnden Anzahl von Zweigen aus dem Ganglion cervicale supremum darstellt. Hier und dort ist in das Geflecht ein kleines, kaum stecknadelkopfgrosses Knötchen, ein wahres, mit dem besagten drüsenartigen Organe oder einem Abschnitte desselben nicht zu verwechselndes Ganglion eingestreut, das bald einem Nervenzweige anliegt, bald die Stelle des Zusammenflusses mehrerer Fädchen bezeichnet. Es hat allen Anschein, dass die hier bestehenden Nervenverbindungen lediglich darauf berechnet sind, den genannten cerebralen Nerven sympathische Elemente einzuverleiben. Soweit meine bisherigen Untersuchungen reichen, treten aus dem Plexus intercaroticus nur solche vom obersten Halsknoten abstammende Fädchen mit der Masse des sog. Ganglion intercaroticum in Beziehung, welche als „Rami vaso-motorii" an der Carotis externa und den Aesten derselben ihre Ausbreitung gewinnen. In der Substanz des Organes lösen sich die Nervchen alsbald in ein förmliches Netzwerk auf, in das die Hohlgebilde zum Theil gewissermaassen eingesenkt sind. Die Nervchen erreichen dabei mitunter eine solche Feinheit, dass sie nur aus einer oder aus einzelnen Primitivfasern bestehen. Die feinen Nervchen besitzen ein auffallend dickes, von oblongen Kernen durchsetztes, nicht selten längsgestreiftes, oder selbst in bandähnliche, mit den sog. Remak'schen Fasern ohne Zweifel identische Streifen, wirklich zerfallenes Aussehen. An manchen Nervchen erscheint das Perineurium auf Zusatz von Essigsäure hier und dort von einer ringförmigen oder spiralen Faser umwickelt und nicht selten ist es seitlich an einzelnen Stellen in Gestalt eines bandartigen mit Kernen versehenen Faserzuges ausgewachsen, welcher einen selbstständigen Verlauf nimmt und bisweilen durch stellenweise Kernwucherungen bedingte Auftreibungen zeigt. Die Mächtigkeit des Perineurium macht sich besonders an Querschnittflächen bemerklich, welche an mit Essigsäure behandelten Objecten durch die Schärfe ihrer Contouren oft eine frappante Aehnlichkeit mit kleineren kernerfüllten Blasen darbieten.

Mit Fortsätzen versehene Ganglien-Zellen, welche un-

zweifelhaft mit Nervenröhren in Continuität stehen, kommen in der Substanz des sog. intercarotischen Knotens nur sparsam vor. Dagegen findet man häufiger apolare Ganglienkugeln, welche sowohl vereinzelt und frei auftreten, als auch zu mehreren in eine gemeinsame membranöse Hülse eingeschlossen sind, die ausserdem gewöhnlich noch kernartige Formelemente und eine molekuläre Masse enthält. Hin und wieder begegnet man einer Gruppe von 2—3 Ganglienzellen, welche nur mittelst einer granulirten Substanz unter sich zu einem grösseren, rundlichen Körper vereinigt sind.

Die wie immer beschaffenen und angeordneten Nervenzellen bleiben unter allen Umständen hinter der Masse derjenigen Bestandtheile des Ganglion intercaroticum zurück, welche wir als seine drüsenartigen Bestandtheile aufgeführt haben. Es hat demnach alle Wahrscheinlichkeit für sich, dass das in Rede stehende Organ die wesentlichen Eigenschaften der sog. Nervendrüsen hat, als welche wir bis auf Weiteres, d. h. bis eine zulängliche Einsicht in ihre Function gewonnen sein wird, solche Werkzeuge zusammenfassen, deren charakteristische Bestandtheile zellenerfüllte Blasen und Schläuche sind und welche, wie die Nebennieren, der vordere Lappen des Gehirnanhanges und die Steissdrüse, mit welcher letzteren das vorliegende Organ die grösste Aehnlichkeit besitzt, in einem sehr innigen anatomischen Verbande mit dem sympathischen Nervensystem stehen.

In Rücksicht auf den Ort seines Vorkommens und zur Bezeichnung seiner wesentlichen Natur kann der intercarotische Knoten füglich „Glandula carotica“ genannt werden. Dieses Organ hat jedoch mit dem gleichnamigen Bestandtheile an der Kopfschlagader des Frosches nichts gemein, indem die sog. Carotidendrüse der Batrachier darin besteht, dass die Ringfaserschichte des Gefässes an Masse zunimmt und sich in ein en miniature den Trabeculae carneae des Herzens ähnliches Balkenwerk auflöst, welches aus Fasern besteht, die eine Mittelstufe zwischen glatten und quergestreiften Muskelfibrillen darstellen. Die kaum mohnsamengrosse Carotidendrüse des Frosches, welche da am vorderen Aste eines jeden Seitenstammes

der Aorta impar angebracht ist, wo die Arterie der Zunge und der Kehle abtritt, hielt Huschke[1]) für eine Art von Wundernetz, während sich J. Müller[2]) zuerst davon überzeugte, dass die Höhlung der Carotis sich im Inneren des Knötchens durch ein schwammiges Gewebe fortsetzt, dessen Aussenseite im injicirten Zustande einem Gefässknauelchen ähnlich sieht. Eine nahezu vollkommene Uebereinstimmung bietet unser Organ mit den manchen Fischen und Reptilien zukommenden sog. „Axillarherzen“ dar. Von diesen durch Duvernoy entdeckten Gebilden wurde bis in die neueste Zeit herein angenommen, dass sie partielle Erweiterungen der Arteriae axillares darstellen, und durch die Umlagerung von Muskelsubstanz die Bedeutung accessorischer Herzen gewinnen. Die wahre Natur dieser Formation ist erst durch Fr. Leydig[3]) ermittelt worden, welcher sie für dem Nervensystem angehörige Nebenorgane vom Baue der Blutgefässdrüsen erklärt hat. Uebrigens findet die Glandula carotica des Menschen, ausser durch diese Axillarherzen im Thierreiche auch bei den Säugern ihre Repräsentation. Sie ist, wie ich namentlich beim Pferde und beim Kalbe gefunden habe, nach Grösse und relativer Lage hier vollkommen mit den bezüglichen Verhältnissen des Menschen übereinstimmend. Zur Untersuchung dieses Gegenstandes ist insbesondere das Kalb deshalb empfehlenswerth, weil das betreffende Object jeden Augenblick leicht frisch zu bekommen ist, und weil hier noch ein lockererer Verband der Drüsenblasen besteht, so dass eine Sonderung derselben ohne erhebliche Schwierigkeit gelingt.

Ueber die Entwickelungsgeschichte der Glandula carotica habe ich bis jetzt noch keine vollkommen sicheren Aufschlüsse erhalten können. Doch will ich es nicht unterlassen, auf die Wahrscheinlichkeit ihrer durch Abschnürung geschehenden Entstehung aus dem Darmdrüsenblatte hinzuweisen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ihre Anlage in den von

---

1) Zeitschrift für die Physiologie. IV. S. 115.

2) Burdach's Physiologie. Bd. IV. S. 164.

3) J. Müller's Archiv für Anat. etc. 1851. S. 257.

Remak[1]) unterschiedenen noch so räthselhaften Nebendrüsen der Glandula thyreoidea ausgesprochen ist.

Die hier vorgetragene Lehre über die Glandula carotica des Menschen ist vielleicht im Stande, auch einiges praktische Interesse für sich in Anspruch zu nehmen. Indem das Organ blasige Hohlgebilde enthält, ist es wohl gedenkbar, dass diese unter Umständen schon während ihrer Entwickelung degeneriren und so zur Entstehung einer Sorte jener seltsamen Geschwülste Veranlassung geben könnten, welche man gewöhnt ist als „Hygromata colli cystica congenita“ aufzuführen, womit jedoch nicht behauptet werden will, dass diesen Tumoren nicht auch anderweitige Substrate zu Grunde liegen können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. a Carotis primitiva. b Carotis interna. c Carotis externa. d Glandula carotica. e Ligamentum gl. caroticae. (Vom 25jähr. Manne. In natürlicher Grösse.)

Fig. 2. a Carotis primitiva. b Carotis interna. c Carotis externa. d In zwei Seitenhälften zerfallene Glandula carotica. e Lig. gland. carot., welches hier über der Theilungsstelle in die Wand der Carotis interna eingepflanzt ist. (Von einem 40jähr. Manne. In natürlicher Grösse.)

Fig. 3. Zerlegtes Drüsenkorn der Gland. carotica in 200facher Vergrösserung. a Von oblongen Kernen durchsetztes, mit den Wänden der Hohlgebilde innig zusammenhängendes Bindesubstanz-Stroma. bb Einfache, von Zellen, Kernen und Molecularmasse erfüllte Blasen. cc Grössere Blasen, die nebst Zellen auch kleinere Blasen einschliessen. d Nervengeflecht, mit welchem hier und dort eine Ganglienzelle eee zusammenhängt.

Fig. 4. Drüsenschlauch nebst einer Gruppe rundlicher, von Kernen und Zellen erfüllte Blasen (aus der Gl. c. eines 12jähr. Knaben).

Fig. 5. Isolirte Zellen aus einer Drüsenblase der Gland. carotica.

Fig. 6. In eine gemeinsame dicke Hülse eingeschlossene Ganglienzellen der Gl. carotica.

Fig. 7. Von einer granulirten Substanz zusammengehaltene Gruppe von Ganglienzellen.

1) Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin, 1855. S. 123.

Beiträge zur Osteologie des surinamischen *Manatus*

Von

Prof. Dr. Krauss in Stuttgart.

(Hierzu Taf. XI.)

Im Jahre 1858 habe ich im vierten Heft dieses Archivs 7 Skelette und 4 einzelne Schädel des surinamischen *Manatus* näher beschrieben. Inzwischen ist mir durch Herrn Kappler aus dem Maronistrom in Surinam wiederum der Balg und das Skelet eines alten und eines jungen, sowie der Schädel eines ganz alten Thieres zugekommen. Die Schädel und Skelette dieser Thiere bieten sowohl zur Aufklärung über die Deutung einzelner Knochen, als auch zur Ergänzung der in diesen Blättern veröffentlichten Beiträge und Messungen soviel Interessantes dar, dass die nachstehenden Zusätze und eine Abbildung des Gesichtstheiles eines merkwürdigen Schädels bekannt zu werden verdienen. Ueber das Geschlecht der Thiere hat der Sammler leider nichts bemerkt, und an den beiden ohnehin sehr schwierig zu conservirenden Häuten konnte es auch nicht ermittelt werden. Das alte Thier ist an das naturhistorische Museum in Turin, das junge an das in Löwen abgegeben worden, den Schädel hat das K. Naturalien-Kabinet in Stuttgart behalten. Letzteren will ich für die nachfolgende Beschreibung und mit Bezug auf die Reihenfolge und Nummern der von mir früher beschriebenen *Manatus* mit Nr. XI, das Skelet des alten Thieres mit Nr. XII. und das des jungen mit Nr. XIII. bezeichnen. Von dem Gesichtstheile des Schädels Nr. XII. ist hier eine Abbildung gegeben.

Unter diesen 3 Schädeln gehört der von XI. entschieden dem ältesten, wohl einem ebenso alten Thiere an, als das des

früher beschriebenen Schädels X, was schon an den bedeutend abgeschliffenen Kronen der 3—4 vorderen sehr grossen Backenzähne und aus der in der Mitte verwachsenen Hinterhauptsschuppe zu ersehen ist. Diesem zunächst steht, wenn man nach den eben bemerkten Kennzeichen auf das Alter dieser Thiere einen Schluss ziehen will, das Skelet XII. Bedeutend jünger dagegen ist das Thier XIII, das in der Grösse mit dem früher unter IV. beschriebenen Schädel und mit dem von W. Vrotik in den Bijdragen tot de Dierkunde auf Taf. IV, Fig. 10—12 abgebildeten Schädel sehr viel übereinkommt.

Am Schädel XI. fällt die grösste Höhe des auf dem Unterkiefer ruhenden Schädels wie bei den früher untersuchten I. und III. auf die bei XI. am meisten hervorragenden leistenförmigen Fortsätze des Scheitelbeins, welche auf dem Schädeldach den hintern Rand der Stirnbeine umfassen. Er ist 20,5 C. M. hoch, also noch höher als alle bisher von mir gemessenen Schädel, während die grösste Höhe bei den andern Schädeln an der hervorragenden knorrigen Querleiste des Hinterhauptbeins liegt. Ferner zeigt der Schädel des jungen Thieres XIII. noch deutlich die Umgränzung des Interparietalknochens zwischen den Scheitel- und Stirnbeinen, welcher, wie ich schon früher anführte, nur an den Schädeln IV. und VIII, sowie bei dem von W. Vrolik (l. c. F. 11) abgebildeten theilweise untereinander verwachsen sind, sind am Schädel XIII. vollständig getrennt. Ausserdem ist auch an diesem interessanten Schädel des jungen Thieres XIII. auf den Stirnbeinen das linsengrosse Loch zu sehen, das Dr. G. v. Jäger in seinen osteologischen Bemerkungen (Nov. Acta Natur. Curios. Vol. XXVI. P. 1, S. 97) beschrieben und auf Taf. VI, Fig. 1, abgebildet hat. Allein es liegt nicht wie jenes des Schädels IV. in der Mitte der Sutur beider Stirnbeine, sondern im obern Drittel des linken Stirnbeins 1 Mm. von der Sutur entfernt. Dieses Loch theilt sich, wie das des Schädels IV. in zwei Gänge; der vordere erweitert sich nach unten bedeutend und mündet in die Nasenhöhle unmittelbar auf dem oberen breiten Theil der Scheidewand, der hintere kleinere aber ist nur 1 Cm. lang, verläuft bei IV. nach rückwärts, bei XIII. schief nach rechts

und mündet blind im Knochen. Wozu dieses Loch dienen soll, ist nach dem Schädel allein schwierig zu erklären, wahrscheinlich hat der Durchtritt eines Gefässes die Ossification bis nach dessen Oblitteration gestört.

Was den Orbitalfortsatz der Stirnbeine betrifft, so ist er bei dem jungen Thier XIII. dem von IV. sehr ähnlich, an dem Schädel XI in die Länge gezogen (am äussern Rande 5,6 Cm. lang) und 3,5 Cm. breit, an dem des Schädels XII. aber verkürzt (nur 4,5 Cm. lang), glatt, 4 Cm. breit und mit seiner äusseren hinteren Ecke stark nach abwärts gebogen, wodurch diese der aufsteigenden Zacke des Orbitalfortsatzes des Jochbeins sehr nahe kommt. Hierdurch nähert sich der Schädel XII. dem in Petersburg aufbewahrten merkwürdigen Schädel II, dessen knöcherner Augenhöhlenring vollständig geschlossen ist.

Der ungewöhnlich aufgetriebene zellige Jochfortsatz des Schläfenbeins ist bei XI. am grössten, 11,6 Cm. lang und 6,2 Cm. hoch; an demselben Schädel ist auch die nach unten sich erstreckende Ecke des Jochbeins ausserordentlich entwickelt, daher das Jochbein hinter dem Augenhöhlenfortsatz vor allen untersuchten Schädeln am höchsten, nämlich 6,9 Cm. hoch ist.

Besonders erfreulich war es mir, dass an dem Schädel des alten Thiers XII. beide Nasenbeine (Fig. 1n, Fig. 2, 3) vorhanden waren. Dadurch ist die in meinen ersten Beiträgen erwähnte Anschauung über das Vorhandensein und die Lage der Nasenbeine vollständig bestätigt, und es können jetzt die Nasenbeine in den in Kopenhagen und Turin aufbewahrten Schädeln alter Thiere nachgewiesen werden. Die Nasenbeine des Schädels XII. sind folgendermaassen beschaffen: Das rechte Nasenbein (Fig. 2 und 3), hat die Gestalt einer Mandel, ist 1,8 Cm. lang, 1,2 Cm. hoch, 0,6 Cm. dick und grösser und länger als das auf der linken Seite, das nicht herausgenommen werden konnte. Beide liegen mit ihrer hinteren Hälfte fest eingekeilt in eine Grube des Stirnbeins ohne alle Berührung mit einem anderen Knochen, ihre vordere Hälfte ist frei. Die Grube befindet sich an der inneren Seite des Orbitalfortsatzes, wo derselbe den vorderen Nasenrand des Stirnbeins verlässt;

die innere Wand der Grube ist durch eine zackige Knochenplatte gebildet, die vom vorderen Nasenrand sich abwärts zieht, und indem sie sich mit dem Orbitalfortsatz verbindet, den Boden der Grube ausmacht. Die Muschel, welche an der inneren Seite dieser zackigen Platte liegt, bleibt ausser aller Berührung mit dem Nasenbein, ebenso erreicht der Nasenfortsatz des Oberkiefers dasselbe nicht.

Die Schädel XI. und XIII. haben keine Nasenbeine, aber an ihrer Stelle ist eine Grube, die am Schädel XI. besonders deutlich ist und in welcher wahrscheinlich ein Nasenbein lag. Das hintere Ende des Oberkieferbeins überragt das des Zwischenkieferbeins an den Schädeln XI. und XIII. um 2 Cm., während das Zwischenkieferbein des Schädels XII. fast so lang ist als das Oberkieferbein und auffallenderweise auf beiden Seiten sein hinteres, etwa 3 Cm. langes Ende nicht mit ihm verwachsen, sondern nur durch eine Nath verbunden ist (F. 1 ü).

Das Verhältniss der Nasenhöhle in der Länge zur Breite ist bei den 3 Schädeln aus den nachstehenden Maassverhältnissen zu ersehen, die Nasenhöhle des Schädels XI. ist am grössten.

Das nach vorn zungenförmig verlängerte und zugespitzte Ende des Pflugscharbeins erreicht am Schädel XII. gerade den hintern Rand des Foramen incisivum, während es denselben am Schädel XI. um 1 Cm. überragt und am Schädel XIII. um 2 Cm. zu kurz ist.

Das Thränenbein an der Stelle, wie es W. Vrolik l. c. Taf. IV, Fig. 101 abgebildet hat, konnte ich auch an diesen 3 Schädeln nicht erkennen, wohl ist an derselben ein Loch vorhanden, das von der Augenhöhle in die Nasenhöhle führt. Es findet sich zwar an dieser Stelle bei einigen Schädeln ein solches scheinbar abgesondertes Knochenstückchen, allein nach den von mir untersuchten Schädeln gehört es dem Oberkieferbein an und erscheint nur deshalb als abgesonderter Knochen, weil hier ein kleines Stück des Oberkieferbeins durch die durchlöcherte papierdünne Wandung des Stirnbeins sichtbar wird. Dagegen findet sich an dem Schädel des alten Thiers XII. auf beiden Seiten ein sehr schmaler, auf der rechten 2,5,

auf der linken 2,0 Cm. langer Knochen (Fig. 11 und Fig. 4), der nach unten in eine dünne Platte ausgeht. Dieser kleine Knochen liegt frei auf dem oberen Rande des aufsteigenden Theiles des Orbitalfortsatzes vom Oberkiefer in einer Rinne, deren äussere Wandung scharfe Zacken bildet; sein hinteres Ende wird von dem dachförmig hervorragenden Orbitalfortsatz des Stirnbeins bedeckt und sein vorderes stösst an die innere Seite des Orbitalfortsatzes des Jochbeins. Vermöge seiner Lage zwischen dem Orbitalfortsatz des Stirn- und Oberkieferbeins an dem vorderen und inneren Rande der Augenhöhle ist dieser Knochen, obgleich undurchbohrt, als ein rudimentäres Thränenbein um so mehr anzusehen, als bei *Halicore* an derselben Stelle der als Thränenbein angenommene Knochen liegt. Dass dieser Knochen auch bei anderen Schädeln vorhanden gewesen ist, beweist die Rinne, die sich namentlich an dem Schädel XIII. sehr ausgeprägt findet, aber auch den Schädeln I. und XI. nicht fehlt. An den früher untersuchten Schädeln konnte ich die Vergleichung nicht vornehmen, weil sie mir nicht bei der Hand waren. Nach der Zeichnung zu schliessen, scheint er auch an dem von Vrolik auf Taf. IV. Fig. 11 abgebildeten Schädel nicht gefehlt zu haben.

Die beiden Unterkieferhälften des Schädels XIII. sind verwachsen, während sie bei dem kaum grösseren Unterkiefer des früher beschriebenen Schädels IV. noch beweglich getrennt sind. Die Grössenverhältnisse des Unterkiefers der drei Schädel sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Was nun das Gebiss betrifft, so ist im Ober- und Unterkiefer des jungen Thiers XIII. keine Spur von Schneidezähnen zu sehen, aber am vorderen Ende des Zwischenkieferbeins ist noch eine deutliche Grube vorhanden, welche als oblitterirte Alveole angesehen werden darf. Ebenso lässt sich am Unterkiefer vorn jederseits eine Grube erkennen.

Die Kronen der Backenzähne sind bei den Schädeln XI. und XII. so stark abgekaut, dass die Schädel sehr alten Thieren angehört haben müssen. Am Schädel XI. nämlich sind die Zahnhöcker der vier ersten Backenzähne gänzlich verschwunden und die glatte, schief nach innen sich abdachende

Kaufläche ist an den vorderen Zähnen im Oberkiefer sogar unter die Schmelzlinie herab abgeschliffen und hat, weil nur noch die Einbuchtung des Schmelzes am äussern Rande übrig ist, eine herzförmige Gestalt angenommen. Entsprechend verhält es sich am Unterkiefer, dessen 3 vordere Zähne eine nach aussen sich abdachende glatte, viereckige, aber von aussen und innen eingebuchtete Kaufläche haben, ähnlich wie bei den beiden vorderen Backenzähnen von *Manatus latirostris?*, welche Blainville in seiner Osteographie pl. VII. abgebildet hat. Auffallend ist, dass die Wurzeln dieser vorderen Backenzähne ganz ungewöhnlich verdickt sind und im Oberkiefer in schiefer Richtung weit in den Gaumentheil des Oberkieferbeins hereinragen. Die vorderen Backenzähne des Schädels XII. sind wohl mehr abgeschliffen als ich es an den meisten *Manatus*-Schädeln beobachtet habe, allein der Schmelz sowie die Einbuchtung ist noch von aussen und innen vorhanden. An dem Schädel XIII. sind die Backenzähne kaum abgenutzt und ihre Kronen kleiner, denn die Krone des ersten oberen Backenzahnes ist nur 1 Cm. lang und breit, des unteren 1 Cm. lang und 0,8 Cm. breit, die des letzten ist oben 1,2 Cm. lang und breit, unten 1,2 lang und 0,9 Cm. breit, während am Schädel XI. der erste obere 1,4 lang und 1,6 breit, der erste untere 1,1 lang und breit, der letzte oben 1,5 lang und 1,6 breit, unten 1,6 lang und 1,2 Cm. breit ist. Darf nach der Grösse des ersten vorderen Backenzahns ein Schluss gezogen werden, so ist der *Manatus* XIII. älter gewesen, als das Thier des früher beschriebenen Schädels IV, und des von W. Vrolik auf Taf. IV., Fig. 10—11 abgebildeten Schädels.

Die Zahl der im Gebrauch stehenden Backenzähne muss in jeder Kieferhälfte der Schädel XI. und XII. zu 6, bei XIII. nur zu 5 angenommen werden, wenn nämlich nur die Backenzähne gezählt werden, welche vollständig aus der Zahnhöhle herausgetreten sind und in gleicher Höhe mit einander stehen.

Auch an diesen Schädeln lässt sich nachweisen, dass in demselben Verhältniss, als der vorderste Backenzahn durch Resorption der Wurzeln verloren geht, wieder hinten ein neuer in die Zahnreihe tritt und dass dieser Wechsel in beiden Kieferhälften nie gleichförmig vor sich geht, sondern in der einen

immer weiter vorwärts geschritten ist, als in der andern. Am Schädel XI. ist die Alveole des schon ausgestossenen Zahns vor dem ersten Backenzahn noch nicht ganz verwachsen und daher der nachfolgende Zahn hinter dem hintersten (sechsten) in jedem Kiefer noch ganz vom Zahnfleisch bedeckt und weiss; die Wurzeln des ersten und zum Theil auch des zweiten vorderen Backenzahns sind aber schon angegriffen und resorbirt. Am Schädel XII. ist die Alveole vor dem ersten Backenzahn schon mehr geschlossen und verwachsen und deshalb in demselben Grade, als dies stattgefunden hat und als die Wurzeln des ersten vorhandenen Backenzahns angefressen und resorbirt sind, der nach dem hintersten (sechsten) hervorbrechende Backenzahn mehr oder weniger in die Höhe gehoben und an seinen Höckern gefärbt, also auch im Gebrauch. Im Oberkiefer nämlich ist der hinter dem sechsten hervorbrechende rechte Backenzahn schon mit allen Höckern gefärbt, aber noch nicht ganz in die Höhe der in Gebrauch stehenden Zähne gerückt, der linke dagegen nur am vorderen Höcker gefärbt und noch nicht soweit in die Höhe geschoben, daher ist der rechte an den Wurzeln viel mehr angefressen und resorbirt und zum Ausfallen mehr vorbereitet als der linke. Am Schädel des jungen *Manatus* XIII. ist das Verhältniss ähnlich wie an dem von XI, nur sind bei jenem die Wurzelhöhlen des bereits ausgefallenen Zahns etwas weniger geschlossen als bei diesem.

Was den eigenthümlichen Wechsel der Backenzähne betrifft, so ist es bekannt, dass in dem hinteren Theile des Alveolarfortsatzes, der sackförmig im Oberkiefer bis über die Flügelfortsätze, im Unterkiefer bis fast in die Mitte der inneren Fläche des aufsteigenden Astes zurückreicht, sich fortwährend neue Zähne entwickeln und in dem Verhältniss vorwärts rücken, als die vordersten ausgestossen werden. Diese Entwickelung der Zähne scheint während des ganzen Lebens des Thieres fortzudauern, denn selbst bei entschieden alten Thieren (Schädel X. und XI.) steckt hinter den 6 im Gebrauch stehenden Backenzähnen ein schon völlig ausgebildeter, mehr oder weniger über die Alveole gehobener Zahn, und zwar im Oberkiefer vor dem Flügelfortsatz, im Unterkiefer vor einem beson-

deren inneren Fortsatz, der von der inneren Fläche des aufsteigenden Astes sich zum inneren Alveolarrand fortsetzt und den hinteren Theil der Alveole deckt, während der Keim eines zweiten und häufig eines dritten Zahns im Oberkiefer unter dem Flügelfortsatz, im Unterkiefer von dem eben erwähnten Fortsatz bedekt in dem hintersten Theil der Alveolarkapsel liegt.

Die Art, wie die Zähne vorwärts rücken, liess sich vielleicht dadurch erklären, dass sich der Kiefer von Jugend auf in demselben Maasse verlängere, als die Zähne vorrücken und mit dem Alter grösser werden. Allein vergleicht man den letzten Backenzahn eines jungen Thiers mit dem ersten eines alten, so ist dieser viel grösser als jener, so dass wenigstens eine ganze Zahnreihe gebildet und hinausgeschoben sein muss, bis diese Zähne die gleiche Grösse erreicht haben. Der Kiefer eines alten Thiers müsste demnach wenigstens um so viel verlängert worden sein, als wenigstens 2 ganze Zahnreihen lang sind. Da aber z. B. der Oberkiefer des jungen Thiers IV. auf der Gaumenfläche 14 Cm., der des alten I. nur 18,5 Cm. lang ist, also sich etwa nur um die Länge der Zahnreihe des jungen, die 5 Cm. beträgt, verlängert hat, und da der Alveolarsack auch bei dem ältesten Thier im Oberkiefer vom Flügelfortsatz bedeckt bleibt, im Unterkiefer hinter dem inneren Fortsatz hervorragt, so kann das Vorrücken nicht auf diese Weise vor sich gegangen sein, sondern die Zähne selbst müssen wohl einer nach dem anderen fortwährend in der Reihe von hinten nach vorn vorrücken, was sich nur durch eine mittelst Drucks erfolgte Resorption und zugleich durch Neubildung der sehr schwammigen Alveolarzwischenwände erklären lässt. Für diese Erklärungsweise spricht auch der Zustand der Zahnwurzeln selbst, welche beim jungen Thier, wo die Zähne noch nicht abgerieben sind und somit auch noch kein Wechsel stattgefunden hat, glatt und die Alveolarzwischenwände regelmässig gebildet sind, während beim alten Thier die Wurzeln, je mehr nach vorn, desto rauher und die Zwischenwände unregelmässiger gebildet sind.[1])

---

1) Um so auffallender war mir der Zahnwechsel bei dem fossilen

Die beiden Skelette XII. und XIII. sind noch durch ihre natürlichen Bänder und Knorpel zusammengefügt. An beiden sind nur 6 Halswirbel vorhanden. Der Querfortsatz des Atlas am Skelett XII. hat kein Loch, dagegen hat der des Epistropheus einen Ausschnitt, der des 3., 4. und 5. Halswirbels aber ein grosses Loch zum Durchtritt der Wirbelarterie, der des 6. Wirbels zeigt nur ein kleines Loch. An dem Skelet des jungen *Manatus* XIII. ist der Atlas in 3 Theile getheilt, nämlich in den Körper, der blos eine Platte zur Articulation für den Zahnfortsatz des Epistropheus bildet, und in die beiden Bogen, die noch nicht verwachsen sind; die Querfortsätze der 5 übrigen Wirbel haben einen mehr oder weniger grossen Ausschnitt, am weitesten am Epistropheus. Am älteren Skelet XII. sind die Bogen bis auf die des 4. und 5. Halswirbels geschlossen und verknöchert, am jungen Skelet XIII. berühren die des Atlas und Epistropheus wohl einander, aber sie sind nicht verknöchert, und die der übrigen vier Halswirbel in der Mitte noch vollständig von einander getrennt.

Zur Vervollständigung der Grössenverhältnisse der Wirbel und Rippen gebe ich die Maasse in Centimètres, so genau sie sich an den nicht vollständig gereinigten Skeletten nehmen lassen, nach der früher angegebenen Reihenfolge:

	Skelet XII.	Skelet XIII.
Länge des Wirbelkörpers vom 1. Rückenwirbel (auf der unteren Fläche u. in d. Mittellinie)	2,5	1,5
Vom 7. Rückenwirbel -	5,2	3,4
Vom 11. - -	5,8	3,8

Halitherium Schinzii Kaup (Beiträge zur näheren Kenntniss der urweltlichen Säugethiere, 2. und 5. Heft, Darmstadt 1855/61), das in den unteren Miocaen-Schichten des Mainzer Beckens vorkommt und in Schädel- und Zahnbildung grosse Aehnlichkeit mit *Manatus* hat. Bei diesem *Halitherium* werden nämlich die vorderen Milchbackenzähne durch 2 unter ihnen hervorbrechende, anders gestaltete Backenzähne ersetzt und es rücken keine Backenzähne mehr von hinten nach, sobald der hinterste (siebente) Backenzahn in die Reihe getreten ist. Ich werde in nächster Zeit eine ausführliche Beschreibung und Abbildung zweier Schädel, der vollständigsten die bis jetzt gefunden worden sind, in Bronn's Jahrbuch für Mineralogie etc. geben.

	Skelet XII.	Skelet XIII.
Länge des Wirbelkörpers vom 17. Rückenwirbel (auf der unteren Fläche u. in der Mittellinie)	5,1	3,4
Vom 1. Lendenwirbel -	5,0	3,1
Vom 7. Schwanzwirbel -	3,7	2,7
Vom 13. - -	2,7	1,7
Vom 20. - -	1,9	1,1
Länge der ersten Rippe	18,0	12,0
Grösster Querdurchmesser derselben	2,8	2,1
Länge d. 9. Rippe (auf d. inneru Fläche in d. Mittellinie)	38,8	28,5
Grösster Querdurchmesser derselben	3,9	3,3
Länge der sechszehnten Rippe	30,0	20,0
Grösster Querdurchmesser derselben	2,0	1,9

Die 17. Rippe des Skelets XII. ist wie die des Skelets III. beschaffen, auf beiden Seiten gleich lang, etwa 18 Cm. lang, an der Basis breit, verwachsen, wie ein verlängerter Querfortsatz. Dieselbe Rippe von XIII. ist auf der einen Seite 10,5, auf der andern 11 Cm. lang, dünn, schlank und durch eine schmale Knorpelschicht mit dem Querfortsatz des Wirbels verbunden, wie am früher beschriebenen Skelet III.

Das Brustbein der Skelette XII. und XIII. steht nur an dem hinteren Ende des breiten Theils mit den zwei ersten Rippen in Verbindung, sein vorderer Rand ist bei XII. tief, beim jungen XIII. nur leicht ausgeschnitten. Es ist von seinem Ausschnitt bis zur hinteren Spitze bei XII. 16,0, bei XIII. nur 10,2 Cm. lang, an seiner breiten Stelle bei XII. 8,0, bei XIII. 8,6 Cm. breit, am Skelet XII. mit seinem hinteren Ende etwas nach Rechts gekrümmt.

Der Querfortsatz des 2. Lendenwirbels am Skelet XII. ist unter allen am stärksten. Das Ellenbogenbein und die Spitze des Skelets XII. sind am oberen und unteren Ende gänzlich, des jungen XIII. noch nicht unter sich verwachsen. Bei letzterem sind auch die Epiphysen noch nicht verknöchert und die Handwurzelknochen porös und rundlich, daher die einzelnen Knochen noch keine ausgesprochene Form haben.

Schliesslich lasse ich die Grössenverhältnisse der 3 *Manatus* (nach Centimètres) in derselben Ordnung folgen, wie ich sie über 10 andere *Manatus* in dieser Zeitschrift (1858, 4. Heft) bekannt gemacht habe.

	XI. Einzelner Schädel in Stuttgart.	XII. Skelet eines alten Thiers in Turin.	XIII. Skelet eines jung. Thiers in Löwen.
1. Länge des Schädels von der Oberfläche der Hinterhauptsgelenkköpfe bis zur Spitze der Zwischenkiefer	33,8	33,4	26,8
2. Grösster Querdurchmesser des Schädels von der äusseren Fläche des Jochfortsatzes des Schläfenbeins zur anderen	20,0	21,0]	18,4
3. Querdurchmesser des Schädels von der äusseren Seite des Orbitalfortsatzes des Jochbeins zur andern	16,0	15,2	13,0
4. Querdurchmesser des Gesichtstheils, an der hinteren oberen Vereinigung der Zwischenkiefer gemessen	4,5	3,8	3,3
5. Querdurchmesser des Hinterhauptsloches .	4,9	4,0	3,9
6. Breite der Gelenktheile des Hinterhauptbeins, von einem äussern Rand zum andern	15,4	15,2	13,5
7. Höhe des Hinterhauptbeins von der Mitte der Hinterhauptsleiste bis zum untern Rand des Hinterhauptsloches	8,5	8,5	7,8
8. Breite des Hinterhauptsloches	9,4	9,4	8,6
9. Länge des Schläfenbeins von der Spitze des Jochbogenfortsatzes bis zum hinteren Rand der Schuppe	15,8	15,6	13,4
10. Grösste Länge des Stirnbeins, von der Spitze des Orbitalfortsatzes bis zum Scheitelbein in der Mittellinie	16,5	14,9	12,4
11. Länge der Stirnbeine in der Mittellinie .	7,8	8,5	7,1
12. Grösste Entfernung der Stirnbeine von einem hinteren Winkel des Orbitalfortsatzes zum anderen	12,2	13,2	9,9
13. Breite der Stirnbeine zwischen der Spitze der beiden Fortsätze des Schläfenbeins auf dem Schädeldach	4,1	4,4	4,4
14. Länge der Nasenhöhle, von der Mitte des vorderen Randes der Stirnbeine bis hinten an die Symphysis der Zwischenkiefer . .	14,6	12,8	9,1
15. Breite der Nasenhöhle, von dem hinteren Ende des einen Zwischenkieferbeins zu dem des andern	5,0	5,5	6,0
16. Länge des Jochbeins	16,1	15,5	11,4
17. Höhe des Jochbeins hinter dem Augenhöhlenfortsatz	6,9	4,9	4,5
18. Länge des Oberkieferbeins von seiner Spitze bis zur Vereinigung mit dem Gaumenbein, in der Mittellinie	12,6	13,2	10,2
19. Grösste Breite des Oberkieferbeins auf der unteren Fläche, von einem äusseren Rande des Jochfortsatzes zum anderen . . .	15,1	13,3	11,3

	XI. Einzelner Schädel in Stuttgart.	XII. Skelet eines alten Thiers in Turin.	XIII. Skelet eines jung. Thiers in Löwen.
20. Länge des Oberkieferbeins, von dem hinteren Ende des Alveolarfortsatzes bis vorn zur Vereinigung der Zwischenkiefer, am unteren Rande gemessen	18,5	18,1	13,6
21. Länge eines Zwischenkieferbeins . . .	15,7	16,2	11,7
22. Breite der Zwischenkiefer auf der unteren Seite, an der Vereinigungsstelle mit den Oberkieferbeinen	5,1	4,7	3,6
23. Länge des Schnauzentheils auf der unteren Fläche, von der vorderen Seite des ersten Backenzahns bis zur Spitze der Zwischenkiefer	11,8	10,5	9,3
24. Länge von dem hinteren Ende des Keilbeinflügels bis zur Spitze der Zwischenkiefer, in gerader Linie gemessen . . .	26,0	24,8	19,0
25. Entfernung von einer äusseren Seite des Keilbeinflügels zur anderen	7,8	7,4	6,8
26. Breite des Keilbeins zwischen beiden Schläfenbeinen	10,1	9,9	9,0
27. Breite des Basilartheils des Hinterhauptbeins zwischen den Felsenbeinen . . .	2,7	2,9	2,0
28. Länge der Schädelhöhle, von der Siebplatte bis zum oberen Rande des Hinterhauptsloches (in der Schädelhöhle gemessen) .	9,7	10,5	9,8
29. Länge des Unterkiefers, von dem hintersten Rande des Winkeltheils bis zur Spitze der Symphysis (auf der äusseren Seite gemessen)	25,0	23,0	18,0
30. Weite des Unterkiefers von einem äusseren Rande des Gelenkkopfes zum anderen .	16,8	17,2	14,5
31. Weite von einer vorderen Ecke des Kronfortsatzes zur anderen	10,1	9,9	7,8
32. Höhe des aufsteigenden Astes von der hinteren Ecke des Kronfortsatzes bis zum unteren Winkel	14,7	13,6	10,7
33. Höhe des aufsteigenden Astes von der oberen Fläche des Gelenkkopfes bis zum unteren Winkel	14,6	13,4	9,6
34. Höhe des Unterkiefers an der Kinnecke .	7,6	7,1	5,0
35. Entfernung von der vorderen Ecke des Kronfortsatzes bis zum hinteren Rand des Gelenkkopfes	9,8	9,4	7,5
36. Grösste Breite der Platte der Symphysis	4,1	3,7	2,9
37. Länge der Platte vom hinteren Rande der Symphysis bis zur Spitze	6,0	5,8	4,6
38. Ganze Länge des Skelets von der Spitze der Zwischenkiefer bis zum letzten Schwanzwirbel, in gerader Linie		228	154

	XII. Skelet eines alten Thiers in Turin.	XIII. Skelet eines jung. Thiers in Löwen.
39. Länge des Halstheils, von dem vorderen Rande des Atlas bis zum Dornfortsatz des ersten Rückenwirbels	10,0	6,5
40. Länge des Rückentheils, von dem vorderen Rande des ersten bis zum hinteren Rande des letzten Rückenwirbelkörpers	91,5	62,0
41. Länge des Lendentheils, von dem vorderen Rande des ersten bis zum hinteren Rande des letzten Lendenwirbelkörpers	10,0 2 Lnd.-wirbel.	6,9
42. Länge des Schwanztheils, von dem vorderen Rande des ersten Schwanzwirbels bis zum Ende . . .	83,5	52,0
43. Zahl der Halswirbel	6	6
44. Zahl der Rückenwirbel	17	17
45. Zahl der Lendenwirbel, d. h. solcher, die weder Rippen noch untere Fortsätze haben	2	2
46. Zahl der Schwanzwirbel	25	22
47. Zahl der Rippen	17	17

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Gesichtstheil des Schädels eines surinamischen *Manatus* (XII.), von vorn gesehen und aufgenommen, daher erscheint das Ende des Oberkieferbeins im Verhältniss zu dem des Zwischenkieferbeins, wie überhaupt der Theil zwischen diesen und dem Stirnbeinrand ein wenig zu lang. In natürlicher Grösse. — i Zwischenkieferbein, i i sein durch eine Nath mit ihm verbundenes Endstück. m Oberkieferbein, m n sein Nasenfortsatz, m o sein Augenhöhlenfortsatz. v Zungenförmig verlängerter vorderer Theil des Pflugscharbeins, welches hinten den unteren Rand der perpendiculären knöchernen Scheidewand des Siebbeins e umfasst. z Augenhöhlenfortsatz des Jochbeins, welcher auf dem Augenhöhlenfortsatz des Oberkieferbeins m o liegt. f Stirnbein mit seinem Augenhöhlenfortsatz f o. *l* Thränenbein, das in einer Rinne auf dem oberen Rande des aufsteigenden Theils des Orbitalfortsatzes vom Oberkieferbein m o liegt. n Nasenbein auf der linken Seite, rechts die Grube für das rechte, das auf Fig. 2 u. 3 abgebildet ist. c obere Muscheln des Siebbeins.

Fig. 2. Rechtes Nasenbein, von der schmalen, nämlich unteren Seite gesehen, das in die Grube auf der rechten Seite des Schädels gehört. In natürlicher Grösse.

Fig. 3. Dasselbe rechte Nasenbein, von der breiten inneren Seite gesehen. In natürlicher Grösse.

Fig. 4. Rechtes Thränenbein. In natürlicher Grösse.

Weiteres über den Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung.

Von

Dr. ALEXANDER SCHMIDT in Dorpat.

---

1. Die fibrinoplastische Substanz.

Nachdem ich aus dem Verhalten der Blutkrystallsubstanz gegen fibrinöse Flüssigkeiten ersehen, dass es wirklich der Zelleninhalt ist, der die Gerinnung des Blutes bewirkt, musste schon der Umstand, dass auch Chylus und Lymphe gerinnen, dass man aus gefässlosen Geweben durch Wasser eine fibrinoplastisch wirkende Substanz extrahiren kann, zum Schlusse führen, dass die Blutkrystallsubstanz selbst zusammengesetzter Natur sein müsse und vermöge eines specifischen Bestandtheiles, der auch in den ungefärbten Chylus-, Lymph- und Bindegewebszellen enthalten ist, ihre fibrinoplastische Wirkung ausübt. Da nun auch das Serum der spontan gerinnenden Flüssigkeiten sich fibrinoplastisch verhält, so sah ich darin eine Bestätigung der schon früher von mir ausgesprochenen Ansicht, dass die Gerinnung auf den exosmotischen Uebertritt dieses Zellenbestandtheiles, der eigentlichen fibrinoplastischen Substanz, in die fibrinogene Zwischenflüssigkeit bei gleichzeitigem Aufhören der Gerinnungswiderstände beruht. Findet nun, wie ich früher erfahren, bei der Fibrinbildung ein Verbrauch an fibrinoplastischer Substanz statt, so erklärt sich die schwache Wirkung des Serums daraus, dass sich in der vom geronnenen Faserstoff getrennten Flüssigkeit eben nur ein Ueberschuss des wirksamen Stoffes befinden kann. Mit dem Abschluss der Gerinnung hört offenbar die Exosmose des letzteren auf, sie findet im serösen Blute nicht mehr statt. Ihre Fortdauer würde eine Anhäufung der fibrinoplastischen Substanz in der serösen Blut-

flüssigkeit bedingen, die sich durch eine entsprechende Steigerung der fibrinoplastischen Energie des mit den Blutzellen in Berührung bleibenden Blutserums kund thun müsste. Lässt man jedoch zu vergleichenden Versuchen spontan ausgepresstes zellenfreies Blutserum, am besten von Pferdeblut, einerseits, und das aus dem Kuchen ausgedrückte Blut andererseits unter gleichen äusseren Bedingungen beliebig lange stehen, so stellt sich zu keiner Zeit eine Differenz zwischen der Wirkung des ersteren und der des über den Zellen stehenden Serums heraus, mögen die Flüssigkeiten beim Versuche, frisch oder alt sein. Dagegen bleibt der betreffende Unterschied zwischen dem von den Zellen abgehobenen Serum und dem serösen Blute in ganzer Substanz stabil; zu welcher Zeit man die Versuche auch anstellen mag, man findet stets, dass letzteres viel kräftiger wirkt und dass die Gerinnung in der nächsten Umgebung der Blutzellen beginnt. — Man kann also nicht sagen, dass die Zellen durch den primären Gerinnungsact ganz erschöpft worden sind, und dass deshalb nach Ablauf desselben ein weiterer Uebertritt von fibrinoplastischer Substanz in das Blutserum nicht mehr stattfinden könne, sondern man muss annehmen, dass diese Exosmose eine besondere fibrinogene Constitution der Blutflüssigkeit als Bedingung ihres Stattfindens voraussetzt. Wird diese Constitution durch Beimengung einer fibrinösen Flüssigkeit wieder hergestellt, so tritt auch jene wieder ein: fehlen nun die Gerinnungswiderstände, so wird das Fibrin ausgeschieden, und in der Flüssigkeit bleibt ein unverbrauchter Ueberschuss des fibrinausscheidenden Princips in Lösung. Aus diesem Verhalten erklärt sich auch die Thatsache, dass Blutplasma, getrennt vom Cruor, fast ebenso schnell, jedenfalls nur um ein Geringes langsamer gerinnt als letzteres, während die Wirkung des Blutserums und des serösen Blutes quantitativ so bedeutend differiren. — Im Blutplasma wirkt eben die ganze Masse der aus den Zellen ausgetretenen Substanz und eine quantitative Differenz im Gerinnungsvorgange zwischen Plasma und Cruor kann nur darauf beruhen, dass von dem Moment an, wo man das Blutplasma von den Zellen abhebt, in demselben keine weitere Ansammlung jener Substanz stattfinden kann. —

Durch weitere mit Blutkrystallen angestellte Versuche gelang es mir nun, die fibrinoplastische Substanz wirklich darzustellen und zu isoliren. Nachdem ich die durch wiederholtes Abschlämmen mit destillirtem Wasser möglichst gereinigten Krystalle von Meerschweinchenblut auf einem Filtrum so lange mit destillirtem Wasser ausgewaschen hatte, bis sich im Filtrat kein Serumeiweiss mehr nachweisen liess (insofern salpetersaures Silberoxyd keine Fällung bewirkte) — bewirkte ich durch Beimengung der rückständigen Krystalle die Gerinnung einer Hydroceleflüssigkeit, die spontan nicht coagulirte, also auch keinen Gehalt an fibrinoplastischer Substanz besitzten konnte; vor Eintritt der Gerinnung lösten sich die Blutkrystalle, wie ich schon früher angegeben, vollkommen auf. — Nach Entfernung des Faserstoffes versuchte ich es, aus der dunkelrothen, jetzt fibrinoplastisch wirkenden Flüssigkeit durch die gewöhnliche Behandlungsart, also durch Verdünnung mit Wasser und durch Sauerstoff- und Kohlensäuredurchleitung die Blutkrystalle wieder darzustellen. — Die Flüssigkeit trübte sich dabei, aber diese Trübung beruhte nicht auf einer Krystallausscheidung; der Farbstoff blieb durchaus in Lösung, und die trübenden Partikelchen sammelten sich zu einem ganz weissen Sediment, welches sich unter dem Mikroskop als aus einer ungeheuren Masse farbloser, amorpher, ausserordentlich kleiner Körnchen bestehend erwies; dieselben zeigen stets eine sehr ausgesprochene Neigung, sich zu unregelmässigen Haufen oder zu mehr oder weniger langen Stäben zu gruppiren. Die fibrinoplastische Substanz erschien jetzt in Gestalt dieses Sedimentes präcipitirt und die von demselben abfiltrirte gefärbte Flüssigkeit war unwirksam geworden, während das Sediment selbst bei Zusatz einer fibrinösen Flüssigkeit sich augenblicklich löste, worauf die Gerinnung erfolgte. Offenbar gehörte dieser gerinnungserzeugende Körper den in die Flüssigkeit gebrachten Blutkrystallen an und es war also die Substanz der letzteren nach ihrer Auflösung durch erneuerte Behandlung mit Kohlensäure gespalten worden, indem ein Bestandtheil derselben, der Faserstoff, in Lösung blieb, während der andere, die fibrinoplastische Substanz, in Form jenes weissen, durch seine eigenthümliche

Wirkung charakterisirten Niederschlages ausgeschieden wurde. Spätere Versuche haben mich gelehrt, dass zur Darstellung des letzteren die Anwendung des Sauerstoffes durchaus entbehrlich ist, es bedarf einzig und allein der Kohlensäuredurchleitung. Allerdings ist es mir nachmals gelungen und ich werde später darauf zurückkommen, aus einer Lösung von Blutkrystallen durch Kohlensäure wieder gefärbte Krystalle auszuscheiden, aber es setzt dieses gewisse Bedingungen voraus, die bei diesen Versuchen nicht erfüllt waren; namentlich muss die Lösung immer eine ziemlich concentrirte sein. — Bei einigermaassen starker Wässerung derselben, wie es hier der Fall war, scheiden sich nie Krystalle aus, sondern es tritt immer jene Spaltung ein.

Nach diesen Erfahrungen musste ich an das Berzelius'sche Globulin denken. Die obige durch Kohlensäure bewirkte Trübung verschwand beim Durchleiten von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft. Auch aus einer wässerigen nach Lehmann's Angaben dargestellten Lösung von Meerschweinchenblutkrystallen, die übrigens wegen der Schwerlöslichkeit der letzteren in Wasser immer nur sehr wenig Krystallsubstanz enthält, scheiden sich bei nochmaliger Behandlung mit Kohlensäure keine Krystalle mehr aus, aber die Flüssigkeit wird bekanntlich dadurch getrübt, es fällt ein weisser Niederschlag zu Boden, der sich ebenfalls fibrinoplastisch verhält, mikroskopisch genau das oben beschriebene Bild giebt, und beim Durchleiten von Sauerstoff sich wieder auflöst. Dieses Verhalten gegen Kohlensäure und Sauerstoff wird aber immer als charakteristisch für das Globulin angeführt.

Ich konnte erwarten, dieselbe aus den Zellen stammende Substanz auch im blutkörperchenfreien Serum zu finden. Es kam mir hier die Erfahrung zu Hülfe, dass mit Wasser verdünntes Blutserum durch Kohlensäure stark getrübt wird und einen aus einem Eiweissstoffe bestehenden weissen Niederschlag giebt; derselbe ist ausführlich von Panum beschrieben worden. Panum giebt an, dass diese Substanz durch Kohlensäure und durch höchst verdünnte Essigsäure aus verdünntem Blutserum gefällt werde, im geringsten Ueberschuss der Essigsäure sich aber wieder auflöse, ferner dass sie in verdünnten Alkalien und

in Mittelsalzen löslich, in Wasser, Alkohol und Aether aber unlöslich sei; er sieht diesen Körper daher für Caseïn an.[1]) Ich muss Panum's Angaben dahin vervollständigen, dass die durch Kohlensäure in verdünntem Blutserum bewirkte Trübung beim Durchleiten von atmosphärischer Luft oder von Sauerstoff wieder schwindet, ferner dass jede andere, höchst verdünnte Säure sich wie die Essigsäure verhält. Die Uebereinstimmung mit dem Globulin, die sich im Verhalten bei abwechselndem Zuleiten von Kohlensäure und Sauerstoff zeigt, wird dadurch noch grösser, dass sowohl das Panum'sche Serumcaseïn, als die ausgepresste, verdünnte und filtrirte Linsensubstanz fibrinoplastisch wirken, während es mir nicht gelungen ist, eine fibrinöse Flüssigkeit durch Beimengung von Milch zum Gerinnen zu bringen. Auch das mikroskopische Bild ist überall ein und dasselbe, mag man die Substanz durch Kohlensäure oder verdünnte Säuren aus dem Blutserum oder aus einer wässerigen Linsen- oder Blutkrystallsubstanzlösung gefällt haben. — Um das Globulin des Blutes darzustellen, ist es also nicht gerathen, sich an die Blutzellen zu halten; im reinen Zustande, frei vom Farbstoff, erhält man es aus dem Blutserum.

Es ist leicht nachzuweisen, dass dieser Bestandtheil des Blutserums die eigentliche fibrinoplastische Substanz ist, und die gerinnungerzeugende Wirksamkeit desselben bedingt. Fällt man ihn aus dem Serum auf die angegebene Weise und trennt das Präcipitat von der Flüssigkeit durch Filtriren, so zeigt sich, dass letztere fibrinoplastisch unwirksam geworden ist. Der auf dem Filtrum gesammelte Niederschlag dagegen löst sich in fibrinösen Flüssigkeiten auf und macht sie in kürzester Zeit gerinnen. Es ist dabei völlig gleichgültig, ob man die Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz durch Kohlensäure oder durch irgend eine andere stark verdünnte Säure herbeiführt.

Jedoch müssen, damit das Experiment gelingt, gewisse Fehlerquellen beseitigt werden, die leicht die Reinheit des Resultates trüben können. Es ist vor allem nöthig, die wirksame Substanz möglichst vollständig auszuscheiden; dieses gelingt

1) Virchow's Archiv, 1851, S. 251, ferner 1852, S. 17 u. 419.

nur bei starker Verdünnung des Blutserums. Meist reichte ich mit dem 10—12fachen Volum Wasser aus, aber auch dann blieb immer ein, wenn auch sehr geringer Theil der Substanz noch in Lösung; die Fällbarkeit der letzteren aus ihrer ursprünglichen Lösung entspricht stets dem Grade der Verdünnung, je stärker dieselbe ist, desto schneller und massenhafter die Fällung, aber es tritt eine Grenze ein, wo bei diesem Grade der Verdünnung nichts mehr ausgeschieden wird; die von der trübenden Substanz abfiltrirte Flüssigkeit wird nicht mehr durch Kohlensäure getrübt, wohl aber wenn sie vor der Behandlung mit Kohlensäure noch einmal verdünnt worden ist. — In einem Versuche habe ich auf diese Weise vier Mal nach einander Trübungen erhalten; zuerst verdünnte ich mit dem 10fachen Volum destillirten Wassers; die folgenden Filtrate stets mit dem gleichen. Bei Weitem der Hauptmasse nach schied sich die Substanz beim ersten Male aus, aber auch in allen späteren Filtraten bewirkte Kohlensäure nach der Verdünnung eine zuletzt allerdings fast verschwindende Trübung. Die geringe Menge fibrinoplastischer Substanz, die trotz einer 10—12fachen Verdünnung in Lösung bleibt, kommt bei sehr concentrirten und fibrinreichen Flüssigkeiten zwar nicht in Betracht, wohl aber wenn man zu den betreffenden Versuchen sich an die häufiger vorkommenden, oft sehr diluirten Transsudate aus der Brust- und Bauchhöhle hält, die einer äusserst schwachen fibrinoplastischen Einwirkung bedürfen, um zu gerinnen. Jedoch beobachtet man auch in solchen Fällen wenigstens immer eine bedeutende Differenz zwischen der Wirkung des verdünnten Blutserums vor und nachdem man es seines Gehaltes an fibrinoplastischer Substanz möglichst beraubt hat. Eine weitere Schwierigkeit beruht auf der mangelhaften Filtrirbarkeit der trübenden, ausserordentlich fein vertheilten Substanz; um ein ganz klares Filtrat zu erhalten, musste ich gewöhnlich ein doppeltes und selbst dreifaches Filtrum nehmen. Zum Behufe des Filtrirens ist es ferner rathsam, die getrübte Flüssigkeit vorher ein paar Stunden ruhig stehen zu lassen; die anfangs ganz gleichförmige Trübung schwindet dann unter Bildung von Flocken, die sich bald zu Boden senken und bei

einiger Vorsicht, namentlich bei Vermeidung jeder starken Bewegung, sich nicht wieder in die sie constituirenden Molecularkörnchen auflösen. — Unter Anwendung dieser Cautelen wird die Entfernung der fibrinoplastischen Substanz aus dem Blutserum wenigstens eine relativ vollkommene. Bringt man das Filtrat und den Niederschlag in gleiche Quantitäten eines concentrirten Transsudates, z. B. einer Hydroceleflüssigkeit, so wirkt ersteres gar nicht, höchstens nach Verlauf einiger Tage, während durch letzteren die Gerinnung nicht selten in wenigen Minuten herbeigeführt wird. Zwar befindet sich im Filtrat eine grosse Menge Kohlensäure, allein dieselbe bildet, wie ich früher gezeigt, kein absolutes Gerinnungshinderniss; man kann das Gas ferner unter der Luftpumpe entfernen, man kann die verdünnte Flüssigkeit im Vacuo über Schwefelsäure wieder auf ihr ursprüngliches Volum bringen, immer bleibt der Erfolg derselbe. — Löst man jedoch in einer solchen unter der Luftpumpe concentrirten Flüssigkeit die aus einer gleichen Quantität desselben Blutserums dargestellte fibrinoplastische Substanz auf, so erhält erstere ihre frühere Wirksamkeit wieder und zwar in verstärktem Maasse, wegen des gleichzeitigen Mangels an Kohlensäure.

Auch aus dem plastischen Blute lässt sich die fibrinoplastische Substanz ausscheiden und somit eine fibrinöse, spontan gerinnende Flüssigkeit darstellen. — Zu dem Zwecke erhielt ich Pferdeblut durch eine Kältemischung flüssig, hob das Plasma von den Zellen ab, verdünnte es mit dem 12fachen Volum sehr kalten Wassers und leitete dann einen starken Kohlensäurestrom durch die Flüssigkeit. In wenigen Minuten war sie vollkommen undurchsichtig geworden; sie wurde filtrirt und das Filtrat im luftleeren Raum über Schwefelsäure auf das frühere Volum eingeengt. — Unterdess hatten sich, vermöge der geringen Mengen fibrinoplastischer Substanz, die in Lösung geblieben waren, noch einzelne unbedeutende Fibrinflocken abgeschieden. Dieselben wurden entfernt und die Flüssigkeit verhielt sich nun ganz wie ein eiweissreiches, vor Verunreinigung mit Blut bewahrtes Transsudat; sie gerann bei Zusatz von defibrinirtem Blute, aber nicht spontan. — Indess

lieferte sie doch weniger Fibrin, als das Plasma selbst bei seiner normalen Gerinnung. Dieses lag an besonderen Umständen, auf welche ich später zurückkommen werde.

In viel grösserer Menge als aus dem Blutserum scheidet man diese fibrinoplastische Substanz aus dem defibrinirtem Blute aus; um jedoch hier eine vollständige Ausscheidung, d. h. bis zur relativen Unwirksamkeit des Blutes zu Wege zu bringen, bedarf es einer fast doppelt so starken Verdünnung als dieses beim Blutserum nöthig ist. Das gewässerte ganz durchsichtige Blut wird durch Kohlensäure oder irgend eine andere stark verdünnte Säure vollkommen undurchsichtig gemacht und es setzt sich aus der dunkelrothen, dabei sich wieder klärenden Flüssigkeit ein weisser Niederschlag ab, der in allen Beziehungen mit der aus dem Serum gewonnenen Substanz übereinstimmt, nur dass er der Masse nach die letztere bedeutend übertrifft. Auch hierdurch wird die Beziehung der fibrinoplastischen Substanz zu den Blutzellen bewiesen; die Verdünnung des Blutes bedingt das Freiwerden auch desjenigen Theiles dieses Körpers, der unter normalen Verhältnissen in den Blutzellen eingeschlossen bleibt, es müssen dann also auch aus dem Blute grössere Quantitäten desselben abgeschieden werden, als aus dem Serum. Hat man dagegen bei schwacher Verdünnung einen mehr oder weniger grossen Theil des Blutzelleninhaltes krystallinisch ausgeschieden und die Krystalle entfernt, so bewirkt Kohlensäure in der Mutterflüssigkeit bei weiterer Verdünnung eine weniger starke Trübung und einen unbedeutenderen Niederschlag als in demselben nicht krystallisirtem Blute; ein Theil der fibrinoplastischen Substanz ist also zur Krystallbildung verbraucht. Zur Darstellung der Krystalle bedarf es der Wässerung des Blutes um den Blutzelleninhalt nach Aussen in die Blutflüssigkeit zu bringen, aber die Bestandtheile desselben Globulin und Farbstoff, die nur in ihrer Verbindung krystallisiren, fallen auseinander, wenn man die Krystalle bei einer Verdünnung, die ein gewisses Maass überschreitet, auszuscheiden versucht. Im Meerschweinchenblut erhielt ich das reichlichste Krystallsediment bei einer Verdünnung mit dem halben, höchstens mit dem gleichen Volum Wasser; bei

stärkerer Wässerung scheiden sich, je verdünnter die Flüssigkeit ist, desto weniger Krystalle aus, sie erscheinen immer vereinzelter unter dem Mikroskop, dagegen treten jene Molecularkörnchen im selben Maasse in steigender Menge auf, zuletzt verhält sich das Meerschweinchenblut ganz wie jedes andere bei starker Verdünnung; aus der gefärbten Flüssigkeit setzt sich ein reichlicher weisser, körniger Niederschlag ab, der sich durchaus wie die aus dem Blutserum dargestellte fibrinoplastische Substanz verhält. Ebenso wie die fibrinoplastische Substanz werden die Blutkrystalle durch sehr geringe Mengen verdünnter Essigsäure oder verdünnten Alkalis gelöst.[1]) Neutralisirte ich nun die Essigsäure durch Natron, das Alkali durch Essigsäure oder durch Zuleiten von Kohlensäure, so schieden sich die Krystalle nach Verlauf einiger Stunden wieder aus und zwar erschienen sie grösser und schöner entwickelt als bei der primären Darstellung.[2]) Aber dieses Umkrystallisiren gelang mir nur, wenn ich die Krystalle in ihrer concentrirten Mutterflüssigkeit aufgelöst hatte. War dieselbe vor oder nach der Auflösung der Krystalle zur Entfernung aller Serumbestandtheile auf einem Filtrum so lange mit destillirtem Wasser ausgewaschen worden, bis im Filtrat salpetersaures Silberoxyd keine Fällung bewirkte, wo die Krystalle also in einer ganz wässerigen Flüssigkeit suspendirt waren, so erhielt ich nach ihrer Auflösung durch verdünnte Säure oder verdünntes Alkali beim Neutralisiren der Flüssigkeit kein krystallinisches Sediment, sondern einen ungefärbten Niederschlag von fibrinopla-

---

1) Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Löslichkeit der Blutkrystalle in Säuren und Alkalien nicht so gross ist als die der fibrinoplastischen Substanz; allein auch dies begründet keinen wesentlichen Unterschied. Die Löslichkeit der letzteren ist um so grösser, je stärker das Serum zum Behufe ihrer Darstellung verdünnt worden ist; bei einer Verdünnung mit dem gleichen Volum Wasser, die also der des Blutes bei der Krystalldarstellung gleichkommt, entspricht die Löslichkeit des durch Kohlensäure erzeugten Niederschlages durchaus der der Blutkrystalle.

2) Nur die durch Kohlensäure aus ihrer alkalischen Lösung wieder ausgeschiedenen Krystalle waren klein und unvollkommen ausgebildet, auch war ihre Menge nicht gross.

stischer Substanz; im letzten Falle ist zugleich die Möglichkeit ausgeschlossen, diesen Niederschlag von etwaigen Serumbestandtheilen abzuleiten. Man hat es also in seiner Hand, die das Hämatokrystallin constituirenden Stoffe aus ihrer Lösung entweder verbunden in Krystallform auszuscheiden oder durch eine Veränderung der Lösungsbedingungen nur den einen Bestandtheil desselben in amorpher Gestalt.

Zur Darstellung einer reinen, von allen fremden Beimengungen befreiten Lösung der fibrinoplastischen Substanz bedarf es vor allen Dingen eines möglichst blutkörperchenfreien Serums, wie man es am besten durch Gerinnung des von abgekühltem Pferdeblut abgehobenen Plasma's erhält; sehr häufig fand ich aber auch das spontan ausgepresste Rinderblutserum vollkommen brauchbar. Man scheidet die Substanz auf die gewöhnliche Weise aus und filtrirt, den Rückstand löst man in destillirtem Wasser, dem man einige Tropfen sehr verdünnten Natrons zugesetzt hat. Zur Entfernung der das Filtrum tränkenden und in's Filtrat übergegangenen Serumbestandtheile wird die Substanz aus letzteren noch einmal ausgeschieden, abfiltrirt und wieder gelöst. Man erhält so eine farblose, bisweilen etwas opalisirende, schwach alkalische Lösung der fibrinoplastischen Substanz, deren coägulirende Energie immer sehr gross ist, namentlich wenn das Volum der Lösung im Verhältnisse zu dem des ursprünglichen Serums ein möglichst kleines ist, wobei die ausserordentliche Löslichkeit dieser Substanz zu Statten kommt.

Aus einer solchen wässerigen, schwach alkalischen Lösung wird die fibrinoplastische Substanz durch Kohlensäure gefällt, beim Zuleiten von Sauerstoff oder von atmosphärischer Luft löst sie sich wieder auf; sie scheidet sich ferner aus beim Neutralisiren dieser Lösung durch höchst verdünnte Säuren. Der Niederschlag, mag er durch Kohlensäure oder irgend eine verdünnte Säure bewirkt worden sein, löst sich im geringsten Ueberschuss der letzteren wieder auf, um beim Neutralisiren der schwach sauren Lösung wiederzukehren und im geringsten Alkaliüberschuss wieder zu schwinden. Die Substanz ist also sowohl in verdünnten Säuren als in verdünnten Alkalien lös-

lich. Wasser löst nur Spuren derselben auf. Bei wiederholtem Auswaschen der aus ihrer sauren oder alkalischen Lösung durch Neutralisiren derselben gefällten und auf einem Filtrum gesammelten Substanz findet man, dass die durch mitfortgerissene Substanztheilchen stets trüb erscheinenden Waschflüssigkeiten sich beim Durchleiten von Kohlensäure noch stärker trüben, somit einen Theil der Substanz in Lösung besitzen. Besser noch kann man sich davon überzeugen, wenn man die trüben Filtrate vor der Behandlung mit Kohlensäure erst möglichst klärt, indem man sie noch einmal durch mehrfaches Papier filtrirt. — Aus einer solchen neutralen wässerigen Lösung scheidet sich die Substanz nach einigen Stunden spontan wieder aus, und zwar gleichfalls in feinkörniger Gestalt, während diese Ausscheidung in der schwach sauren oder alkalischen Lösung bei gewöhnlicher Temperatur meist erst nach 5—10 Tagen eintritt, in einer Temperatur von 25—28° aber schon nach 2—4 Tagen.

Durch Erhitzen wird die Substanz weder aus ihrer sauren, noch aus ihrer alkalischen Lösung gefällt. Nach dem Erkalten zeigt sie in ihrem chemischen Verhalten durchaus keine Abweichung, nur ihre fibrinoplastische Energie hat sie in der Hitze vollkommen eingebüsst. Erhitzt man jedoch die aus ihrer Lösung durch Neutralisiren derselben bereits gefällte und in der Flüssigkeit nur noch suspendirte Substanz, so klärt sich die letztere, indem sich die trübenden Molecularkörnchen zu vereinzelten grossen zähen Flocken zusammenballen; diese Flocken lösen sich nur beim Kochen in concentrirter Essigsäure oder in concentrirten Alkalien auf. Nur die so behandelte Substanz könnte als coagulirte Modification gelten und mit dem durch Hitze geronnenen Eiweiss auf gleiche Stufe gestellt werden.

Setzt man zur schwach sauren oder schwach alkalischen Lösung dieser Substanz ein neutrales Alkalisalz und erhitzt, so entsteht eine starke weisse Fällung, die sich weder in verdünnten noch in concentrirten Säuren oder Alkalien wieder auflöst.

Die Substanz löst sich ferner in Mittelsalzen und wird aus

dieser Lösung durch Erhitzen gefällt; der Niederschlag ist gleichfalls durchaus unlöslich. Eine gesättigte Salzlösung der fibrinoplastischen Substanz trübt sich etwas beim Verdünnen mit Wasser, die Trübung wird nach und nach stärker, doch scheidet sich auf diese Weise nur ein Theil der Substanz aus. Eine reichliche Ausscheidung findet jedoch statt, wenn man durch die stark verdünnte Salzlösung Kohlensäure leitet oder verdünnte Essigsäure zusetzt.[1] Im concentrirten Zustande werden die gesättigten Salzlösungen durch diese Säuren nur sehr schwach getrübt. Je grösser der Ueberschuss des lösenden Salzes ist, desto stärker muss die Verdünnung sein, um die Substanz durch Kohlensäure oder verdünnte Essigsäure zu fällen.

Einfach kohlensaure Alkalien verhalten sich wie die kaustischen und ist ihre Lösungsfähigkeit für die fibrinoplastische Substanz etwas geringer. Doppeltkohlensaure Alkalien besitzen ein noch geringeres Lösungsvermögen, obgleich dasselbe immer noch viel stärker ist als das der Mittelsalze; sie bilden den Uebergang zu den letzteren, insofern ihre Lösung der fibrinoplastischen Substanz beim Erhitzen mehr oder weniger stark opalisirend wird; aus der Lösung in doppeltkohlensauren Alkalien wird die Substanz gleichfalls durch Verdünnung und Durchleiten von Kohlensäure oder Zusatz verdünnter Essigsäure gefällt, um so leichter und reichlicher, je stärker die Verdünnung ist.

Aus essigsaurer Lösung wird die Substanz durch Cyaneisenkalium gefällt. Concentrirte Mineralsäuren, nicht aber Essigsäure (wahrscheinlich ebensowenig andere organische Säuren) fällen sie sowohl aus saurer als aus alkalischer Lösung.

Durch Alkohol wird sie ebensowenig aus diesen Lösungen gefällt ausser bei Zusatz eines Mittelsalzes. Aether bewirkt auch dann keine Veränderung. Aus der mit Alkohol versetzten Lösung lässt sich die Substanz auf die gewöhnliche Weise durch Neutralisiren derselben ausscheiden, und zeigt keinen Verlust an fibrinoplastischer Wirksamkeit.

1) Essigsäure bewirkt indess auch in der unverdünnten Salzlösung eine Fällung, die sich im Ueberschuss der Säure wieder auflöst.

Die durch verdünnte Säuren oder Alkalien gefällte Substanz ist unlöslich in Alkohol und Aether, sowohl in der Kälte als beim Erhitzen. Auch die feste Substanz erleidet durch kalten Alkohol oder Aether keine Veränderung weder in ihrem chemischen Verhalten, noch in Bezug auf ihre fibrinoplastische Wirksamkeit. — Gegen Metallsalze verhält sich die fibrinoplastische Substanz wie das Albumin. Nur das schwefelsaure Kupferoxyd macht hier eine Ausnahme, wenigstens im Vergleich mit dem Serumalbumin. Wenn ich Blutserum seines Inhaltes an fibrinoplastischer Substanz beraubt hatte, so löste sich der durch das Kupfersalz in demselben erzeugte Niederschlag im Ueberschuss des Fällungsmittels stets wieder auf; dieses fand bei einer Lösung der fibrinoplastischen Substanz niemals statt.

Beim Abdampfen in der Wärme überziehen sich die Lösungen dieser Substanz wie die des Natronalbuminates und des Caseïns mit einer oberflächlichen Haut.

Der beim Eintrocknen der alkalischen Lösung im Vacuum erhaltene Rückstand löst sich nur schwierig in Wasser auf, sehr leicht und vollständig aber in verdünnter Natronlauge; in solcher Lösung verhält sich die Substanz durchaus wie vor dem Trocknen.

Wie man sieht, zeigt das chemische Verhalten dieser Substanz wesentliche Uebereinstimmungen mit dem des Alkalialbuminates und des nach Rochleder's Methode dargestellten sogenannten coagulirten Caseïns. Wenn ich sie im weiteren Verlaufe als Globulin ansprechen und der Kürze wegen auch so bezeichnen werde, so ist damit vor allem ihr Ursprung aus den Blutzellen, ihre physiologische Deutung gemeint. Hat man ja auch mit gutem Grunde das Caseïn für ein Alkalialbuminat angesehen und andererseits Caseïn und Globulin für identisch gehalten. So ist es denn auch gekommen, dass einige Forscher das Globulin des Blutserums für Caseïn, andere für Natronalbuminat erklärt haben. Das charakteristische Merkmal des Caseïns, das Verhalten gegen Lab, hat seine Bedeutung verloren, wenn es richtig ist, dass auch Globulin und Natronalbuminat, denen etwas Milchzucker zugesetzt worden,

durch Lab gerinnen.[1]) Die fibrinoplastische Energie würde jedenfalls das Globulin specifisch kennzeichnen, sobald nachgewiesen wird, dass die Unwirksamkeit der Milch in dieser Beziehung nicht ausserhalb des Caseïns in besonderen Lösungsverhältnissen desselben begründet ist.

In einem Punkte würde die Annahme der Identität der in Rede stehenden Substanz mit dem Globulin gegen die gangbaren Ansichten über das letztere verstossen; es wird nämlich stets angeführt, dass eine Globulinlösung bei einer Temperatur von ca. 90° gerinnt. — Man hat jedoch die Eigenschaften des Globulins hauptsächlich an der Krystalllinsensubstanz studirt und gerade hier befindet sich ausser dem Globulin noch ein anderer in der Hitze gerinnender Eiweissstoff. Schon F. Simon gab an, die Linse enthalte Casein (Globulin) und Albumin und zwar bilde letzteres die Hauptmasse.[2]) Aus einer Linsenlösung wird durch Kohlensäure oder verdünnte Essigsäure wie aus dem Blutserum nur ein Theil der organischen Substanz gefällt; dieser Niederschlag, von der Flüssigkeit getrennt, verhält sich in allen Stücken wie das Serumglobulin, seine schwach alkalische Lösung gerinnt also auch nicht beim Erhitzen; er besteht aus der eigentlichen fibrinoplastischen Substanz der Linse. In der ursprünglichen Flüssigkeit dagegen befindet sich und zwar in grosser Menge noch ein anderer Eiweisskörper gelöst, der durch Kohlensäure oder verdünnte Essigsäure durchaus nicht abgeschieden wird, aber in der Hitze coagulirt, auch wenn man die Flüssigkeit schwach alkalisch macht. — Nun findet man zwar, dass durch Erhitzen einer Linsenlösung beide Stoffe zusammen gefällt werden, insofern sich in der vom Coagulum abfiltrirten Flüssigkeit kein Gehalt von Globulin nachweisen lässt, aber es erklärt sich dieses aus der Gegenwart der Salze, die in erheblicher Menge in der Linse vorkommen. Es genügt ein äusserst geringer Zusatz eines neutralen Alkalisalzes zu einer Lösung der fibrinoplastischen Substanz, mag

---

1) Lehmann, Handbuch der physiologischen Chemie, 2. Auflage. S. 182. — Fr. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie, Th. I. 1840. S. 78 u. 83.

2) A. a. O., Th. I. S. 76 u. 85.

man dieselbe aus dem Blutserum oder der Linse dargestellt haben, um sie durch Hitze zu coaguliren. Berzelius gab den Namen Globulin derjenigen Substanz, die er für den proteïnartigen Inhalt der Blutzellen ansah, er übertrug ihn ferner auf die Linsensubstanz in toto. Wenn sich letztere nun als aus zwei Stoffen zusammengesetzt erweist, so ist es gewiss richtig, den Namen demjenigen von Beiden zu lassen, der ursprünglich gemeint ist und der durchaus identisch mit einer im Blute vorkommenden Substanz ist, die offenbar den Blutzellen angehört.

Es muss durch eingehendere Untersuchungen noch festgestellt werden, ob Simon Recht hat in der Annahme, dass der zweite durch Kohlensäure nicht fällbare Bestandtheil der Linsensubstanz gewöhnliches Albumin ist. Die höhere Gerinnungstemperatur könnte durch äussere Gründe bedingt sein; zudem fand ich dieselbe keineswegs constant. — In drei Versuchen mit Linsensubstanzlösungen trat die Gerinnung das eine Mal bei 90° ein, das zweite Mal, nachdem nahe bei 70° sich die erste Trübung eingestellt hatte, bei 85°, das dritte Mal begann die Trübung schon bei 53°, während die Gerinnung bei 79° vollkommen beendet war. Diese Unterschiede hingen wohl nur vom verschiedenen Concentrationsgrade der mit beliebigen Mengen Wasser bereiteten Lösungen ab, wenigstens steigt die Gerinnungstemperatur des Blutserums mit dem Grade der Verdünnung; bei Zusatz von 5 Volum Wasser gerann Rinderblutserum beim Sieden gar nicht mehr. Indess bedarf durchschnittlich eine Linsenlösung doch immer einer stärkeren Hitze um zu coaguliren als Blutserum; ich vermuthe, dass diese Differenz auf dem Kohlensäuregehalt des letzteren beruht. Ich behandelte die zu den zwei letzten der so eben angeführten Versuche benutzten Linsenlösungen mit Kohlensäure, filtrirte das gefällte Globulin ab und erhitzte die Filtrate; jetzt trübten sie sich schon bei 35° resp. 33° und geronnen beide bei ca. 55° und zwar flockig; dagegen gerann evacuirtes Blutserum erst bei 78° gallertartig, nach der Sättigung mit Kohlensäure bei 66° klumpig. Dabei stellte sich heraus, dass die Kohlensäure ganz wie kleine Mengen Essig- oder Salzsäure in der Hitze eine flockige Gerinnung bedingt, sowohl in verdünntem

Blutserum als in dünner Linsensubstanz- und Hühnereiweiss-lösungen; die Gerinnungstemperatur liegt um so niedriger und die Flocken sind um so besser abzufiltriren, je mehr man die Flüssigkeiten vor dem Zuleiten der Kohlensäure und vor dem Erhitzen verdünnt hat.

Ich muss ferner auf die Uebereinstimmung hinweisen, die sich in vieler Hinsicht in dem chemischen Verhalten der Blutkrystalle und der fibrinoplastischen Substanz herausstellt. Auch die Blutkrystalle lösen sich in verdünnten Säuren und Alkalien und scheiden sich beim Neutralisiren wieder aus. Sie sind löslich in Mittelsalzen, unlöslich in Alkohol und Aether. In ihrer diluirten wässerigen oder schwach alkalischen Lösung bewirkt Kohlensäure eine Trübung, concentrirte Säuren mit Ausnahme der Essigsäure coaguliren sie. Es finden sich zwar manche Differenzen; so gerinnt die Lösung der Blutkrystalle beim Erhitzen, nicht aber die der fibrinoplastischen Substanz. Andererseits giebt es Reagentien, welche in jener keine Fällung bewirken, aber wohl in dieser; in einer neutralen wässerigen Lösung von Meerschweinchenblutkrystallen bewirken z. B. salpetersaures Silberoxyd und Quecksilberchlorid keinen Niederschlag.[1]) Man wird wohl annehmen können, dass die abweichenden Eigenschaften einer Hämatokrystallinlösung durch ihren Gehalt an Hämatin bedingt sind, eine Vermuthung, die auch Simon in Betreff der Differenzen in den Reactionen einer hämatinhaltigen und einer möglichst reinen Globulinlösung ausspricht, so fand er z. B., dass Sublimat in letzterer eine Fällung bewirkt, nicht aber in ersterer.[2])

In Wasser lösen sich so geringe Mengen der Krystallsubstanz von Meerschweinchenblut, dass durch Kohlensäure immer nur eine sehr unbedeutende Trübung bewirkt wurde und an

1) Meine Erfahrungen in Betreff des salpetersauren Silberoxyds stimmen jedoch nicht ganz mit Lehmann's Angabe überein, insofern zwar nicht augenblicklich, sondern erst nach längerer Zeit, nach 12—24 Stunden doch eine Fällung eintrat. Die fibrinoplastische Substanz wird aber aus ihrer neutralen wässerigen Lösung durch dieses Salz momentan gefällt.

2) A. a. O., Th. I. S. 83 u. 84.

eine Isolirung der trübenden Substanz zur Untersuchung ihrer chemischen Reactionen nicht gut zu denken war; schon beim Auswaschen derselben auf dem Filtrum geht fast Alles wieder verloren, indem das Wasser die feinvertheilte Substanz mitfortreisst. Verdünnte Essigsäure bietet überhaupt, wo es sich um so kleine Quantitäten fibrinoplastischer Substanz handelt, noch grössere Schwierigkeiten dar; es ist nicht möglich, so genau den Neutralisationspunkt zu treffen, der geringste Ueberschuss der Säure wirkt wieder lösend und ein Zuwenig lässt einen grossen Theil der Substanz in Lösung. Man kann sich jedoch eine concentrirte Blutkrystalllösung darstellen, indem man die ausgewaschenen Krystalle in einer geringen Quantität Wasser durch Zusatz einiger Tropfen verdünnten Natrons löst. Eine solche alkalische Lösung ist viel dunkler gefärbt als die wässerige und liefert bei Kohlensäuredurchleitung einen Niederschlag, gross genug um ihn abfiltriren, auswaschen und wieder auflösen zu können. In dieser Weise rein dargestellt, stimmt diese aus den Blutkrystallen gewonnene Substanz in allen Punkten chemisch, mikroskopisch und in ihrem Verhalten gegen fibrinöse Flüssigkeiten mit dem Globulin der Linse und des Blutserums überein. Es scheint aber auch, dass das Globulin der Blutkrystallsubstanz sich in einer sehr innigen Verbindung mit dem Hämatin befindet, aus welcher es nur schwer und nur theilweise durch Kohlensäure abgeschieden werden kann. Ist eine gewisse Quantität fibrinoplastischer Substanz aus einer Blutkrystalllösung präcipitirt worden, so hört die Möglichkeit der weiteren Ausscheidung absolut auf, obgleich die Flüssigkeit, die neutrale sowohl als die schwach alkalische, nach Evacuation der Kohlensäure immer noch fibrinoplastisch wirkt. Man kann nicht etwa dem Hämatin eine gleiche Wirksamkeit zuschreiben wie dem Globulin, weil stark verdünntes Blut unwirksam gemacht werden kann durch Ausscheidung des Globulins allein, während der Farbstoff gelöst bleibt. —

Es ist nach all' diesen Thatsachen nicht möglich, die im Serum vorkommende Gerinnung erzeugende Substanz, das Panum'sche Serumcaseïn und das Globulin der Blutkörperchen für verschiedene Dinge zu halten und etwa anzunehmen, der

Gehalt der Blutkrystalle an fibrinoplastischer Substanz rühre nur von einer bei der Krystallbildung stattfindenden Mitaufnahme dieses Stoffes aus dem Serum in die Krystalle her. Es bliebe dann völlig unklar, warum das Blutserum so bedeutend schwächer auf fibrinöse Flüssigkeiten einwirkt als das zellenreiche Blut und warum bei Herstellung der geeigneten Bedingungen die Fibringerinnung, wie ich das früher nachgewiesen[1]), immer zuerst in demjenigen Theile der Flüssigkeit eintritt, der in nächster Berührung mit den Blutzellen steht.

Alle bisherigen Erfahrungen werden nun auch auf Chylus, Lymphe und Eiter übertragen werden müssen. Sowohl aus dem Serum des Chylus als des Eiters habe ich durch Wässerung und Kohlensäuredurchleitung eine mit dem Globulin des Blutes übereinstimmende Substanz dargestellt. Es bleibt fraglich, ob die geringere fibrinoplastische Energie dieser Flüssigkeiten in quantitativen oder in qualitativen Verhältnissen der wirksamen Substanz begründet ist. Im Chylus fand ich ihre Mengen zwar geringer als im Blute, dagegen lieferte Eiterserum verhältnissmässig grosse Quantitäten fibrinoplastischer Substanz, obgleich die Wirkung des Eiters auf fibrinöse Flüssigkeiten immer eine schwache ist. Allein es können Gerinnungswiderstände, wie später gezeigt werden wird, ausserhalb der fibrinoplastischen Substanz in anderen Bestandtheilen der gerinnenden Flüssigkeiten begründet sein, so dass die bekannten Differenzen im Gerinnungsverhalten von Blut, Chylus und Lymphe nicht nothwendig auf qualitative und quantitative Differenzen der wirksamen Substanz schliessen lassen. Es wäre nöthig, vergleichende Versuche nur mit reinen, von fremden Beimengungen befreiten Lösungen der aus Blut, Chylus, Lymphe und Eiter dargestellten fibrinoplastischen Substanzen anzustellen.

In meiner früheren Arbeit über den Faserstoff[2]) habe ich mitgetheilt, dass gefässlose Gewebe, wie das Centrum von Hornhäuten, die Nabelgefässe, die Gerinnung fibrinöser Flüssigkeiten bewirken, ebenso die Wasserextracte dieser Gewebe,

---

1) Dieses Archiv, 1861, S. 682.

2) A. a. O., S. 680, 710 und 720.

dass demnach auch in den Gewebszellen eine fibrinoplastische Substanz enthalten sein müsse, die sie der umgebenden Flüssigkeit exosmotisch abgeben. Wie diese Wasserextracte verhielten sich ferner der Humor aqueus und der Speichel; hierher gehören nun noch, abgesehen von der Linse, die Glaskörperfeuchtigkeit und die Gelenkflüssigkeiten.[1]) Alle diese Flüssigkeiten, die natürliche oder künstliche Wasserextracte darstellen, wirken fibrinoplastisch, alle werden sie durch Kohlensäure getrübt, der verdünnte und filtrirte Speichel und die Glaskörperflüssigkeit erst nach länger dauernder Einwirkung dieses Gases und auch dann immer nur sehr unbedeutend, das Wasserextract der Hornhaut dagegen auffallend schnell und stark; alle werden sie fibrinoplastisch unwirksam, wenn man die trübende Substanz, die sich durchaus wie Globulin verhält, aus ihnen entfernt. Das günstigste Object zu diesen Versuchen ist die Hornhaut, weil sich aus ihr verhältnissmässig grosse Quantitäten der fraglichen Substanz extrahiren lassen. Wo anders soll man in diesen Fällen die Quellen derselben suchen, als in den Gewebszellen, wie für das Blut in den Blutzellen? Wenn man eine frische Hornhaut in eine gerinnbare, aber concentrirte Flüssigkeit bringt, so gerinnt dieselbe nur sehr langsam und unvollkommen; dagegen verläuft der Process schnell und erschöpfend, wenn man statt der Hornhaut in Substanz das Wasserextract derselben zusetzt. Es sind also in beiden Fällen sehr verschiedene Mengen fibrinoplastischer Substanz zur Wirkung gekommen, was sich leicht aus den verschiedenen Bedingungen für die endosmotischen Strömungen der Zellen erklärt; auch die organische Substanz der Gewebszellen muss, wie die der Blutkörperchen, um so massenhafter nach Aussen treten, je dünner die Flüssigkeit ist, welche sie umspült.

1) Mit diesen Erfahrungen stimmen die Angaben mehrer Autoren überein, nach welchen „Casein" im Interstitialsafte der mittleren Arterienhaut, des Zellgewebes, des elastischen Gewebes, in der Allantoisflüssigkeit etc. vorkommt: Lehmann, Handbuch der physiol. Chemie, 2. Aufl., S. 181, und v. Goruz-Bosanez, Lehrbuch des physiol. Chemie, 1862, S. 139. Ich habe die fibrinoplastische Wirksamkeit der Allantoisflüssigkeit constatiren können, sie jedoch weiteren Untersuchungen nicht unterworfen.

Meine früheren Angaben berichtigend, muss ich erwähnen, dass sich auch im Hühnereiweiss und in der Milch ein Gehalt an fibrinoplastischer Substanz nachweisen lässt; derselbe ist jedoch so unbedeutend, dass er nur unter sehr günstigen Bedingungen eine Gerinnung zu bewirken vermag. — Einfach durch Zusatz von verdünntem oder concentrirtem Hühnereiweiss oder von Milch gelang es mir niemals, ein fibrinöses Transsudat zu coaguliren, mochte dasselbe auch noch so arm an organischer Substanz sein und also einer geringen fibrinoplastischen Einwirkung zu seiner Gerinnung bedürfen. Verdünntes Hühnereiweiss wird nicht weniger als Blutserum durch Kohlensäure getrübt; wenn ersteres nun doch fibrinoplastisch unwirksam ist, so kann die trübende Substanz entweder überhaupt kein Globulin sein, oder sie ist ein sehr verändertes. Auch wenn man dieselbe von der Flüssigkeit trennt und sie dann in fibrinöse Transsudate bringt, wirkt sie gewöhnlich nicht coagulirend. Nur dann habe ich eine solche Wirkung erzielt, wenn ich die aus beträchtlichen Mengen verdünnten Hühnereiweisses durch Kohlensäure gefällte Substanz beim Abfiltriren in der Spitze des Filtrums sammelte und sie dann mit einer möglichst geringen Quantität eines leicht gerinnenden Transsudates von höchstens $1-1^1/_2$% Albumin auswusch. Auch bei solchem Verfahren erfolgte die Gerinnung immer erst nach 1—2 Tagen; es bleibt dabei eben zweifelhaft, ob die ganze Masse jenes Niederschlages als fibrinoplastische Substanz anzusehen ist oder ob in demselben neben einem Stoffe anderer Constitution sich nur Spuren der letzteren befinden. In ganz ähnlicher Weise gelang es mir, auch für die Milch einen Gehalt an Globulin zu constatiren.

Es ist mir bis jetzt nicht möglich gewesen, durch Knorpelschnitte in Substanz oder durch das Wasserextract derselben Gerinnungen herbeizuführen. Aber es lässt sich wenigstens soviel feststellen, dass das Wasserextract, wenn die Knorpelschnitte längere Zeit, etwa 24 Stunden, darin gelegen, durch Kohlensäure schwach getrübt wird. Weitere Versuche habe ich, weil ich zur Zeit nicht über eine fibrinöse Flüssigkeit verfügte, nicht anstellen können, aber ich bin überzeugt, dass man es auch hier mit demselben Körper zu thun hat.

Das Vorkommen der fibrinoplastischen Substanz im Körper ist also ein sehr verbreitetes. Man weiss seit lange, dass fast alle albuminösen Körperflüssigkeiten durch Kohlensäure mehr oder weniger getrübt werden; da eine Trübung auf einer Fällung beruht, so beweist das eben, dass in ihnen ausser dem Albumin noch ein anderer gelöster Stoff enthalten ist mit der Eigenschaft, durch Kohlensäure gefällt zu werden, die dem gewöhnlichen Albumin nicht zukommt; dieser Stoff ist das Globulin und sein verbreitetes Vorkommen erklärt sich leicht, da es keine Körperflüssigkeit giebt, die nicht mehr oder weniger in Berührung und in Wechselverkehr mit zelligen Elementen gestanden hat.

Aus zwei Factoren muss man sich doch die Gewebsbildung construiren: Zellen und Ernährungsflüssigkeit; aus ihrer Wechselwirkung auf einander muss auch die feste Grundlage der Gewebe, die Zwischensubstanz resultiren. Wenn sich nun einerseits herausstellt, dass ein constanter Bestandtheil der Ernährungsflüssigkeit die Fähigkeit besitzt, unter gewissen Umständen fest zu werden, andererseits, dass die mit derselben im Verhältnisse beständigen Stoffaustausches stehenden Gewebszellen, wenigstens die des Bindegewebes, in ihrem Inneren eine Substanz erzeugen, die jene consolidirende Wirkung ausübt, so muss man an die Lehre von den Zellenterritorien denken, und in diesen Verhältnissen die Grundbedingungen zur Gewebsbildung sehen. Ist diese Anschauung richtig, so würde ausserhalb der Gefässbahnen ein Vorgang zu Stande kommen, der aus leicht begreiflichen Gründen in den cursirenden Säften durch besondere Vorrichtungen behindert wird; aber er fände dort auch nur unter gewissen Bedingungen Statt, denn die unverbrauchte Ernährungsflüssigkeit bleibt fibrinös ohne im Körper zu gerinnen; es wirken also auch in den Organen relative Gerinnungswiderstände, oder der von den Gewebszellen ausgehende Impuls zur Ausscheidung der fibrinogenen Substanz ist ein sehr schwacher, der sich an der Masse der letzteren erschöpft.[1])

1) Aus sogleich anzuführenden Gründen halte ich es jedoch für richtiger, das Nichtgerinnen der Flüssigkeiten in den Körperhöhlen auf

Man kann ja auch künstlich, wie ich früher gezeigt, partielle Fibrinausscheidungen herbeiführen, sowohl indem man die fibrinoplastische Einwirkung auf ein Minimum reducirt als durch Steigerung der Widerstände.

Abgesehen von diesen Beziehungen zur Gewebsformation wird man durch die Thatsache, dass auch in den Gewebszellen eine fibrinoplastische Substanz vorkommt, dazu gedrängt, die Transsudate in Bezug auf die bei ihnen vorkommenden Gerinnungsphänomene ganz in derselben Weise zu beurtheilen, wie das Blut. Hier wie dort hat man es mit gerinnbaren Flüssigkeiten zu thun, die sich in fortwährendem Stoffaustausch mit zelligen Elementen, deren Inhalt fibrinoplastisch wirkt, befinden; hier wie dort muss es Widerstände geben, die diese Wirkung im Körper aufheben; für die Existenz solcher von den Geweben ausgehenden Gerinnungswiderstände sprechen meine früheren Versuche[1]), sowie die bekannte Thatsache, dass Blutergüsse im Körper sehr lange flüssig bleiben können. Wird ein Transsudat dem Körper entzogen, so muss es gerinnen, aber wenn die Gerinnungsenergie des Chylus schon eine verhältnissmässig schwache ist, so ist die der Transsudate im Vergleich zu der des Blutes verschwindend gering; ihre Gerinnung tritt sehr spät, meist erst nach vielen Tagen ein. Das hat man übersehen und sie deshalb für serös gehalten. — Dazu kommt vielleicht, dass man sich zu sehr daran gewöhnt hatte von jeder Gerinnung ein mehr oder weniger deutliches Resultat, ein Gestehen der Flüssigkeit u. s. w. zu erwarten; das ist bei der Gerinnung eiweissarmer Transsudate gar nicht der Fall, weil, wie ich es hervorgehoben, die Menge des ausgeschiedenen Faserstoffes dem Gehalte der Flüssigkeit an organischer Substanz entspricht; es giebt also auch Gerinnungen, die sehr leicht übersehen werden können. — Ich machte bald die Erfahrung, dass sämmtliche aus Cadavern entnommene Transsudate, und dieselben bildeten die bei Weitem grösste Anzahl der mir zur Beobachtung kommenden fibrinösen Flüssigkeiten, bei längerem

Widerstände zu beziehen, die von sämmtlichen Geweben, nicht blos von den Gefässwandungen ausgehen.

1) A. a. O., S. 699.

Stehen gerannen. Allein indem ich schon aus dem Verhalten gegen defibrinirtes Blut die Fibrinosität als eine allen Transsudaten zukommende Eigenschaft erkannte, stand ich doch noch insoweit unter dem Einfluss früherer Anschauungen, dass ich die wirklich eintretende Gerinnung für eine Ausnahme ansah, für eine Ausnahme, die freilich in der Leiche zur Regel wird. Es musste hier in der Leiche nach einem ursächlichen Momente von allgemeiner Bedeutung, das überall und unter allen Umständen zur Geltung kommt, gesucht werden, und ich fand dasselbe in dem nach der Gerinnung des Blutes sich einstellenden Durchsickern des Blutserums nach Aussen bei gleichzeitigem Aufhören der Gerinnungswiderstände, obgleich ich schon damals die Möglichkeit einer ursächlichen Mitwirkung der Gewebselemente selbst nicht ausschloss.[1]) Die Betheiligung der letzteren halte ich jedoch jetzt für das Wesentliche und die Gerinnung der Transsudate nicht blos für ein Leichenphänomen, oder wenn sie aus dem lebenden Körper entleert worden sind, nicht blos für zufällig, durch Blutbeimengung bewirkt, sondern für nothwendig und durch die Vorgänge des normalen Lebens bedingt. Blutzutritt muss den Process befördern, und kann, ist er beträchtlich genug dazu, auf wenige Minuten zusammendrängen, was sonst vielleicht nur im Verlaufe mehrer Tage geschehen wäre, aber auch ohne denselben muss endlich die Gerinnung eintreten. Der Gehalt der Flüssigkeiten an fibrinoplastischer Substanz ist, wie ihre Concentration, von welcher er hauptsächlich abhängt, ein sehr wechselnder und somit muss die Wirkung unter Umständen sehr unscheinbar sein und sich sehr verzögern. Eine Bestätigung der Anschauung, dass die spontane Gerinnung der Gewebsflüssigkeiten nur ein Leichenphänomen sei oder durch zufällige Verunreinigung mit Blut bewirkt werde, fand ich in dem Verhalten der Hydroceleflüssigkeiten, übrigens der einzigen Transsudate aus dem lebenden Körper, die ganz frei von Blut mir zu Gesicht gekommen sind; allein dies sind gerade ausserordentlich eiweissreiche Flüssigkeiten, die einer sehr energischen coagulirenden Einwirkung bedürfen um zu gerinnen, und die

1) A. a. O. S. 697 und 712.

andererseits eben wegen ihrer Concentration nur sehr wenig fibrinoplastische Substanz aus den Gewebszellen aufzunehmen vermögen. In der Mehrzahl der Fälle gerinnen sie, doch aber erst nach Verlauf von 2—3 Wochen und dann immer sehr schwach, keineswegs in einer ihrem Fibrinreichthum entsprechenden Weise. Wo sich keine unzweifelhafte Gerinnung einstellt, und nur dann sah ich die Flüssigkeit für ein Normaltranssudat d. h. für absolut blutfrei an, da stellt sich wenigstens ein Stadium flockiger Trübung ein, von welcher es in einzelnen Fällen schwer zu entscheiden sein mag, ob sie durch die Trümmer geringfügiger, zarter und bald wieder zerfallender Fibrinausscheidungen bedingt ist, oder durch die schon eintretende Fäulniss. Aus der Analogie mit dem Blute lässt sich vielmehr umgekehrt schliessen, dass die Flüssigkeiten seröser Höhlen im Leben einen kräftigeren Gerinnungsimpuls in sich tragen als nach Eintritt des Todes und dass dieser Impuls um so mehr abgeschwächt wird, je länger die Flüssigkeit im Cadaver verweilt. Wenn durch das Verweilen im Cadaver erfahrungsmässig schon die fibrinoplastische Energie des Blutes, mehr noch die des Chylus und der Lymphe herabgesetzt wird, wie viel mehr muss das bei den Gewebsflüssigkeiten der Fall sein, wo das Gerinnungsprincip bei Weitem am schwächsten vertreten ist. Beispielsweise will ich einige diese Anschauung rechtfertigenden Erfahrungen anführen. Es ist mir in 11 Fällen kein einziges Mal gelungen, aus dem Herzbeutel von Rindern gleich nach der Tödtung eine nicht gerinnende Flüssigkeit zu erhalten, obgleich durchaus kein Blutzutritt stattgefunden hatte, und zwar gerannen die meisten schon 5—10 Minuten nach ihrer Entleerung, keine später als nach einer halben Stunde; um nun eine zu meinen Zwecken brauchbare Flüssigkeit zu erhalten, versuchte ich es später in der Weise, dass ich den Herzbeutel erst 10—12 Stunden nach der Tödtung des Thieres anstach. Gewöhnlich war dann schon innerhalb des Herzbeutels eine Fibrinausscheidung eingetreten, aber meist nur eine partielle, und der Rest gerann nach dem Herausnehmen erst innerhalb einiger Stunden. Aehnliche Erfahrungen habe ich an Schweinen gemacht, ebenso am Peritonealtranssu-

dat von Kaninchen; letzteres gerann jedes Mal wenige Minuten nachdem es aus dem noch warmen Körper geschöpft worden.

Wenn normal die Ernährungsflüssigkeiten aus den Gewebselementen den Gerinnungserreger aufnehmen, so lässt sich schliessen, dass in Reizungszuständen der letzteren diese Aufnahme so gesteigert sein kann, dass sie das Maass der normalen Widerstände überschreitet und dass also auch von den Geweben und nicht blos durch extravasirtes Blut der Anstoss zur Entstehung plastischer Exsudate gegeben werden kann. Es ist leicht einzusehen, dass der Vorgang der Exsudatbildung und der äussere Habitus des Krankheitsproductes in einem oder anderem Falle ein sehr verschiedener sein muss. Wenn aber die Gewebsbildung ein der Gerinnung verwandter Process, wenn sie eine innerhalb gewisser Schranken stattfindende Gerinnung ist, so schwindet der ontologische Begriff des plastischen Exsudates ganz, es verwischt sich für den Gedanken die Grenze zwischen plastischem Exsudat und normalem Gewebe, wie ja das auch für das Auge häufig der Fall ist.

In saurer Lösung besitzt das Globulin keine fibrinoplastische Wirksamkeit, die Gerinnung erfolgt nur, wenn das Alkali der durchsetzten fibrinösen Flüssigkeit hinreicht, um die Säure zu saturiren; setzt man das Transsudat tropfenweise zu einer schwach sauren Globulinlösung, so stellt sich im Momente der Neutralisation eine starke Trübung ein, die bei weiterem Zusatze wieder schwindet; dann erfolgt Gerinnung. Sie tritt aber auch in der neutralen stark getrübten Flüssigkeit ein, nur sehr langsam und unvollkommen; dass es bei neutraler Reaction überhaupt zur Gerinnung kommt, mag wohl an der Unmöglichkeit liegen, den Neutralisationspunkt so genau zu treffen, dass nicht ein geringer Theil der Substanz in alkalische Lösung übergeht, ausserdem besitzt ja auch das Wasser ein geringes Lösungsvermögen für dieselbe. Jedenfalls muss die fibrinoplastische Substanz, um mit voller Kraft wirken zu können, sich in schwach alkalischer Lösung befinden; alles was sie aus dieser Lösung theilweise ausscheidet, verzögert die Gerinnung, was sie ganz ausscheidet oder sie gar in saure Lö-

sung überführt, hemmt dieselbe ganz. Für das Experiment ist es ganz gleichgültig, ob man eine Gerinnung durch defibrinirtes Blut herbeiführt oder durch eine solche schwach alkalische Globulinlösung; es herrscht hier die vollkommenste Congruenz in allen Erscheinungen. Die Wärme beschleunigt den Process im selben Maasse wie bei Anwendung von Blut, und die Kälte verzögert ihn; unter Einfluss der Wärme und unter dem Contact mit der atmosphärischen Luft verliert auch eine Globulinlösung ihre fibrinoplastische Energie viel schneller als bei Abhaltung dieser Agentien; aus Pferdeblutserum erhält man eine langsamer wirkende Substanz, als aus dem von Rindern und Schweinen u. s. w. Der einzige Unterschied ist ein gradueller; frisches Blut wirkt doch meist noch kräftiger als eine Globulinlösung.

Andererseits hemmt jedoch ein Alkaliüberschuss, und er braucht dazu nur äusserst gering zu sein, die fibrinoplastische Wirkung der gelösten Substanz; je nach seiner Grösse wird die Gerinnung entweder mehr oder weniger verzögert und nur ein Theil der fibrinogenen Substanz ausgeschieden, während ein anderer Theil in Lösung bleibt, oder sie wird ganz behindert, aller Faserstoff bleibt gelöst; in beiden Fällen wird die in Lösung gebliebene Masse wieder ausgeschieden, wenn man in der alkalireichen Flüssigkeit noch einmal eine hinreichende Quantität fibrinoplastischer Substanz auflöst oder wenn man defibrinirtes Blut zusetzt. Durch kaustische Alkalien wird also das flüssige Fibrin nicht zerstört, wie man gewöhnlich hauptsächlich aus dem Grunde annahm, weil eine durch Alkalizusatz gehinderte Gerinnung beim Verdünnen mit Wasser nicht wieder eintritt, sondern es wird der Faserstoff nur mit einer gewissen, der Grösse des Alkaliüberschusses entsprechenden Kraft in Lösung erhalten, und nur Vermehrung der in entgegengesetzter Richtung wirkenden fibrinoplastischen Substanz in der Flüssigkeit kann ihn aus dieser Lösung wieder ausscheiden. Wegen dieses Verhaltens der Alkalien ist es unumgänglich nöthig, beim Auflösen des präcipitirten Globulins so wenig Alkali als nur möglich anzuwenden und lieber einen Theil der Substanz ungelöst zu lassen um jeden Ueberschuss des Lö-

sungsmittels zu vermeiden. Die fibrinoplastische Substanz ist so ausserordentlich leicht löslich in Alkalien, dass eine Alkalescenz, die kaum mehr auf das Reagenspapier einwirkt, vollkommen ausreicht. Einfach kohlensaure Alkalien verhalten sich wie die kaustischen, aber wie sie das Globulin nicht so leicht lösen, so bedarf es auch eines grösseren Ueberschusses dieser Salze, um die Gerinnung zu hemmen; Zusatz von Wasser ruft sie dann nicht wieder hervor. — In Betreff des Einflusses doppelt kohlensaurer Alkalien auf die Gerinnung habe ich keine Versuche angestellt; da sie jedoch viel schwächer alkalisch reagiren als die einfach kohlensauren, so müssen sie auch ein weniger kräftiges Gerinnungshinderniss abgeben. Sie nähern sich darin jedenfalls den neutralen Alkalisalzen; ich weiss zwar nicht, ob eine durch doppeltkohlensaure Alkalien gänzlich behinderte Gerinnung bei Wässerung der Flüssigkeit wieder eintritt, aber ich halte es für wahrscheinlich, weil sie auch darin mit den Mittelsalzen übereinstimmen, dass sie ihre Lösungskraft für die fibrinoplastische Substanz, sofern die Lösung eine gesättigte ist, beim Verdünnen mit Wasser verlieren.

Indem man durch eine Lösung von Globulin in kaustischen oder einfach kohlensauren Alkalien Kohlensäure leitet, wird die Substanz unter Bildung des sauren Salzes ausgeschieden; aber weil auch das saure kohlensaure Alkali ein wenn auch verhältnissmässig beschränktes Lösungsvermögen für das Globulin besitzt, so bleibt doch immer ein Rest der Substanz gelöst, und eine weitere Ausscheidung durch Kohlensäure gelingt nur bei nochmaliger Verdünnung. Da das kaustische Kali das Globulin leichter löst, als das kohlensaure, so entsteht, sofern beiderseitig kein Ueberfluss des Lösungsmittels vorhanden ist, dort eine geringere Quantität des sauren Salzes als hier, somit wird bei gleicher Verdünnung auch dort die fibrinoplastische Substanz durch Kohlensäure vollständiger ausgeschieden als hier.

Neutrale Alkalisalze lösen gleichfalls das Globulin, aber im Vergleiche mit den kaustischen und kohlensauren Alkalien nur im Zustande hoher Concentration, wie sie auch nur bei starkem Ueberschuss seine fibrinoplastische Wirksamkeit verzögern oder ganz aufheben. Ist bei der Auflösung des Globulins in

diesen Salzen jeder Ueberschuss der letzteren vermieden worden, so wirkt dasselbe ganz normal fibrinoplastisch; das Salz vertritt alsdann die Stelle des unter normalen Verhältnissen die fibrinoplastische Substanz in Lösung erhaltenden Alkalis.

Man sieht hieraus, dass diejenigen chemischen Mittel, welche das Globulin lösen und damit überhaupt seine fibrinoplastische Wirkung ermöglichen, andererseits dieselbe auch hemmen können, und zwar um so energischer, je bedeutender ihr Lösungsvermögen für diese Substanz, je grösser also ihre Affinität zu derselben ist. Nur Säuren machen hiervon eine Ausnahme, insofern in sauren Lösungen überhaupt gar keine Gerinnung stattfindet.

Setzte ich zu einem fibrinösen Transsudate eine Globulinlösung mit so viel Ueberschuss an Essigsäure oder Natron, dass die Gerinnung gerade behindert wurde, so trat sie in einer anderen Portion dieses Gemenges ein, wenn ich die saure oder alkalische Reaction bis zur ganz schwachen Alkalescenz wieder abstumpfte, aber sie zeigte sich doch immer verlangsamt und unvollkommen. Dieses ist um so mehr der Fall, je grösser der Alkali- oder Säureüberschuss war, endlich gelangt man an einen Punkt, wo die Gerinnung auch nach der Saturation jenes Ueberschusses ausbleibt. Dieses liegt nicht an einer Veränderung oder Zerstörung der fibrinoplastischen Substanz in stark sauren oder stark alkalischen Lösungen, sondern bloss an der auf diese Weise bedingten Entstehung einer zu grossen Menge von essigsaurem Natron in der Flüssigkeit. — Wenn man aus einer eben so stark sauren oder alkalischen Globulinlösung die Substanz durch Neutralisiren derselben, nöthigenfalls verbunden mit Wasserzusatz wieder ausscheidet, die salzhaltige Flüssigkeit durch Filtriren vom Niederschlage entfernt und dann den letzteren in einem Transsudate auflöst, so wirkt er ganz normal. Dieselben Erfahrungen habe ich mit Pferdeblutplasma gemacht. Ist die Menge des auf diese Weise in die Flüssigkeit gebrachten essigsauren Natrons gross genug, um die Gerinnung ganz zu hemmen, so tritt sie bei Wasserzusatz doch wieder ein. —

Es wäre von Wichtigkeit, den Beziehungen dieser Substanz zu den Gasen, Sauerstoff und Kohlensäure, weiter nachzuforschen. Wenn man sich das Globulin in seinen natürlichen Lösungen, wofür allerdings viele Gründe sprechen, als ein Alkalialbuminat denkt, so liesse sich die Fällung desselben durch verdünnte Säuren und durch Kohlensäure einfach auf eine Alkalientziehung beziehen. Die Substanz an sich wäre in neutralen Flüssigkeiten unlöslich. Aber es fragt sich dann, wie es zu erklären, dass dieselbe auch aus ihrer Lösung in doppelt kohlensauren Alkalien und in Mittelsalzen durch Kohlensäure und verdünnte Essigsäure gefällt wird; auch die geringen Mengen derselben, die sich in Wasser lösen, werden auf diese Weise ausgeschieden. In diesen Fällen kann man sich nicht auf eine Alkalientziehung berufen und man muss an die Möglichkeit denken, dass eine Verbindung der Säuren mit dem Globulin zu einem in der Mutterflüssigkeit unlöslichen Körper stattfindet. Dafür spricht auch der Umstand, dass das Globulin aus der Lösung in doppeltkohlensauren Alkalien und in Mittelsalzen um so leichter und vollständiger ausgeschieden wird, je mehr man dieselbe verdünnt. Dieses gilt namentlich von der Kohlensäure. Wasserzusatz zum Blutserum hat nun zunächst den Effect, dass die Menge der unabhängig von den Alkalien absorbirten Kohlensäure vermehrt wird und auf diesen Theil des von der Flüssigkeit aufgenommenen Gases scheint es bei der Fällung des Globulins anzukommen. Hierher gehört noch eine andere Thatsache: wenn man eine alkalische Lösung der fibrinoplastischen Substanz mit einem Glasstabe schlägt, so scheidet sich bald ein Theil derselben aus. Es kann hierbei doch nur eine einfache Trennung des Globulins von seinem Lösungsmittel stattfinden, aber die so gefällte Substanz verhält sich chemisch ganz anders als wenn sie durch Kohlensäure oder verdünnte Essigsäure aus derselben Lösung ausgeschieden worden ist; sie ist namentlich sehr schwer löslich, fast unlöslich in Säuren und Alkalien, während sie im letzten Falle sich gerade durch ihre ausserordentliche Leichtlöslichkeit in denselben auszeichnet. Ebenso scheint das Globulin auch eine gewisse Affinität zum Sauerstoff zu besitzen.

Wenn die durch Kohlensäure in Globulinlösungen bewirkte Trübung beim Durchleiten von Sauerstoff wieder schwindet, so kann das aus einer Verdrängung eines Theils der Säure aus dem Bicarbonat erklärt werden. Es ist mir aber auch gelungen, die durch verdünnte Essigsäure gefällte Substanz durch Sauerstoff wieder aufzulösen. Ich habe dieser Thatsache bei Aufzählung der chemischen Charaktere der fibrinoplastischen Substanz nicht Erwähnung gethan, weil mir das Experiment nicht jedes Mal gelang und ich, da ich diese Versuche seit Kurzem und nur nebenbei angestellt, noch nicht dazu gekommen bin, die Bedingungen des Gelingens und Misslingens festzustellen. Gewöhnlich bedurfte es zur Auflösung des Globulins einer lange anhaltenden Sauerstoffdurchleitung; bald löste sich das Essigsäurepräcipitat dabei vollkommen auf, bald nur theilweise oder auch gar nicht. Nur soviel ging aus einigen Versuchen hervor, dass die Wiederauflösung durch Sauerstoff um so leichter von Statten geht, je concentrirter die zum Versuch benutzte Lösung der fibrinoplastischen Substanz ist; der Sauerstoff verhält sich also hierin der Kohlensäure gerade entgegengesetzt, die ihre Wirkung um so leichter ausübt, je dünner die Flüssigkeit ist. Aus einer solchen Sauerstofflösung wurde die Substanz durch Erhitzen nicht gefällt, obgleich sich essigsaures Natron in der Flüssigkeit befand, durch dessen Gegenwart in alkalischen Lösungen des Globulins immer eine Fällung in der Hitze bedingt wird.

Es ist mir nicht möglich gewesen, diese Beobachtungen unter einander und mit manchen der bereits angeführten und noch anzuführenden, in einen consequenten theoretischen Zusammenhang zu bringen, weil noch viele Mittelglieder der Erkenntniss fehlen. Jedenfalls deuten sie auf directe Einwirkungen des Sauerstoffes und der Kohlensäure auf das Globulin selbst, und ich habe diese wenigen Thatsachen nur angeführt, um die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt zu lenken. Dass das Blut den Sauerstoff nicht blos mechanisch absorbirt, sondern auch unabhängig vom äusseren Drucke bindet, und zwar durch die Inhaltssubstanz der Blutzellen, ist bekannt; da nun die fibrinoplastische Substanz aus den Blutzellen stammt, so

wäre in derselben, falls ihre Beziehung zum Sauerstoff sich bestätigen sollte, das Material gegeben, durch welches die Uebertragung des letzteren von den Blutzellen auf die Blutflüssigkeit und weiter durch Diffusion dieser Substanz auf die Gewebe vermittelt würde. Dagegen würde die Affinität der Kohlensäure nur bei starker Verdünnung des Blutes hervortreten, während bei normaler Concentration desselben Blutes die chemische Anziehung für die Kohlensäure nur von den kohlensauren und phosphorsauren Salzen des Serums ausgeübt würde.

Wenn man gleiche Quantitäten Blutserum mit verschiedenen Mengen destillirten Wassers verdünnt, so findet man, dass die fibrinoplastische Substanz um so schneller und massenhafter durch Kohlensäure gefällt wird, je stärker die Verdünnung ist; betrug dieselbe das 10—12fache Volum, so ist die Ausscheidung in wenigen Minuten vollendet, während die Kohlensäuredurchleitung bei Verdünnung mit dem gleichen Volum Wasser mindestens $^1/_2$ Stunde dauern muss, ehe eine Trübung, und zwar immer nur eine sehr schwache eintritt; häufig ist dieselbe kaum sichtbar, aber nach einigen Stunden findet man einen geringen Niederschlag am Boden. Wird statt Kohlensäure verdünnte Essigsäure angewandt, so bedarf es um so grösserer Quantitäten derselben, je concentrirter die Flüssigkeit ist, aus welcher die fibrinoplastische Substanz ausgeschieden werden soll; auch hier hängt die Masse des Niederschlages von dem Grade der Wässerung des Blutserums ab; sie ist bei schwacher Verdünnung sehr gering. Setzt man noch weiter Essigsäure hinzu, so wird der Niederschlag nicht vermehrt, sondern löst sich wieder auf. Das Volum des in gleichen Quantitäten Blutserum erzeugten Niederschlages erschien nach äusserlicher Abschätzung bei 12maliger Wässerung mindestens 10—15mal grösser als bei einmaliger. Das mikroskopische Ansehen der ausgeschiedenen Substanz ist bei allen Graden der Wässerung stets ein und dasselbe, aber in ihrem chemischen Verhalten zeigt sie von dieser Ausscheidungsbedingung abhängige Differenzen. Je concentrirter die Flüssigkeit ist,

aus welcher sie abgeschieden worden, desto geringer ist ihre Löslichkeit in Säuren oder Alkalien. Bei mikrochemischen Versuchen fand ich die aus Rinderblutserum bei 12maliger Verdünnung durch Kohlensäure ausgeschiedenen Moleoularkörner in destillirtem Wasser löslich, dem nur 1% Natronlauge zugesetzt war, dagegen durfte dieselbe Natronlauge nur mit 5 Volum Wasser verdünnt werden, um noch lösend auf die bei einmaliger Verdünnung des Blutserums dargestellten Molecularkörner zu wirken. Ebenso hängt auch die Löslichkeit dieser Substanz in Essigsäure von dem Concentrationsgrade der Flüssigkeit ab, aus welcher sie ausgeschieden worden. Trennt man den Niederschlag von der Flüssigkeit, so kann man im Grossen dieselben Erfahrungen machen. Dass man es hierbei immer mit einer und derselben Substanz zu thun hat, beweist, abgesehen vom Mikroskop, der Umstand, dass sie, bei welchem Concentrationsgrade sie auch dargestellt sein mag, stets fibrinoplastisch wirkt. Dabei ist es auffallend, dass sie diese ihre Wirksamkeit um so kräftiger äussert, je weniger man das Serum zum Behufe ihrer Darstellung verdünnt hat. Aus frischem Rinderblutserum bei einmaliger, höchstens bei doppelter Verdünnung ausgeschiedene fibrinoplastische Substanz wirkt gewöhnlich so schnell, dass es, wenn man den auf einem Filtrum gesammelten Niederschlag mit einer fibrinösen Flüssigkeit auswäscht, meist gar nicht oder nur theilweise zum Filtriren kommt, die Flüssigkeit gesteht in wenigen Augenblicken auf dem Filtrum; unter starker Verdünnung des Serums dargestellte fibrinoplastische Substanz wirkt nie so kräftig, obgleich ihre Menge eine viel grössere ist und obgleich sie sich viel leichter auflöst. Man muss annehmen, dass je günstiger sich die Bedingungen gestalten zur Ausscheidung dieser Substanz durch Kohlensäure oder verdünnte Säuren aus ihren natürlichen Lösungen, desto mehr werden sie durch diese Säuren selbst verändert.

Man kann einen geringen Bruchtheil der fibrinoplastischen Substanz aber auch aus dem ganz unverdünnten Serum ausscheiden, wenn man es mit verdünnter Essigsäure bis zur ganz schwach sauren Reaction versetzt; es entsteht alsdann eine

schwache Trübung, die im Ueberschuss der Säure wieder schwindet. Durch Neutralisiren des Blutserums mit verdünnten Säuren wird gar keine Fällung bewirkt und ich vermag daher auch nicht einzusehen, weshalb die Gerinnung des unverdünnten Blutes dadurch doch verzögert werden kann, wenn die Verzögerung gewöhnlich auch nicht bedeutend ist; vielleicht sind die Verhältnisse im Plasma doch nicht ganz congruent denen im Serum; namentlich lässt sich für das Plasma ein bedeutenderer Gehalt an fibrinoplastischer Substanz annehmen, als für das Serum; da die Lösungsmittel, Alkalien und Salze im Plasma und Serum dieselben sind, so muss dann im Plasma die Substanz weniger innig gebunden sein, durch Neutralisiren desselben könnte somit doch ein Theil der fibrinoplastischen Substanz ausgeschieden, also für die Gerinnung unwirksam gemacht werden.

Die Kohlensäuremenge, die vom ungewässerten Serum aufgenommen werden kann, reicht nicht hin um eine Fällung der fibrinoplastischen Substanz zu bewirken, bei anhaltender Behandlung mit Kohlensäure verändert sich dasselbe daher auch gar nicht, aber einige Zeit später, etwa nach 24—36 Stunden, findet man doch geringe Mengen Globulin ausgeschieden. — Indess findet dasselbe auch statt, wenn man Blutserum längere Zeit, 4—8 Tage, einfach an einem kühlen Orte sich selbst überlässt; ich habe dann nicht selten in dem ursprünglich klaren Serum eine vollkommen molkige, durch massenhaft ausgeschiedene Molecularkörnchen bedingte Trübung auftreten gesehen, ohne dass irgend welche Anzeichen einer fauligen Zersetzung vorhanden waren. Die Körnchen erwiesen sich wie in Berücksichtigung des so eben angeführten Gesetzes aus dem Umstande, dass das Serum seine natürliche Concentration besass, im Voraus erschlossen werden konnte, immer als schwer löslich in Alkalien, schwerer noch in Essigsäure, sie wirkten aber fibrinoplastisch. In der von den Körnern abfiltrirten Flüssigkeit befindet sich noch eine grosse Menge Globulin gelöst. Es ist jedoch fraglich, ob in solchen Fällen die spontane Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz auf den ursprünglichen Kohlensäuregehalt des Serums oder auf Absorption von Kohlensäure aus der Atmosphäre zu beziehen ist; wahrscheinlich ist, dass diese Substanz selbst sich mit der Zeit derartig

verändert, dass sie ihre Löslichkeit im Alkali des Blutserums relativ einbüsst und dann nur noch theilweise von demselben in Lösung erhalten werden kann. Eine reine, vollkommen klare alkalische Globulinlösung trübt sich gleichfalls bei längerem Stehen, mag sie verschlossen oder unter Luftzutritt aufbewahrt werden, und setzt nach und nach einen weissen feinkörnigen Niederschlag ab; derselbe löst sich bei nochmaligem Zusatz von verdünntem Natron wieder auf, jedoch viel schwerer als die frisch dargestellte Substanz, dabei besitzt diese Lösung fast gar keine fibrinoplastische Wirksamkeit; beides beweist, dass die Substanz allmählig eine wesentliche Veränderung erlitten. Wenn im Blutserum nach anhaltender Kohlensäuredurchleitung diese Niederschläge früher erscheinen als bei der spontanen Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz, so kann das an dem mechanischen Moment der lebhaften Bewegung oder der wiederholten Berührung mit fremden Körpern, als welche die Kohlensäureblasen zu betrachten wären, liegen Wird Blutserum lange mit einem Glasstabe geschlagen, so findet gleichfalls eine partielle Fällung des Globulins statt.

Häufig wird Blutserum blos durch Wässerung getrübt, es scheidet sich dabei jedoch immer nur ein Theil des Globulins aus. Man nimmt gewöhnlich an, dass in solchen Fällen dasselbe theils durch Alkalien, theils durch Salze in Lösung erhalten wird, von welchen die letzteren ihre Lösungskraft bei Wasserzusatz verlieren; dieses muss ebensogut von den Bicarbonaten gelten, wie von den Mittelsalzen. Für viele Fälle mag diese Erklärung zutreffen, namentlich dort wo eine so bedeutende Anhäufung des Globulins im Serum stattgefunden hat, dass auch die Lösungskraft der Serumsalze in Anspruch genommen wird. Wenn man diese Substanz in normalem Serum bis zur Sättigung auflöst, so trübt sich dasselbe jedesmal bei Verdünnung mit Wasser. In vielen Fällen ist indess der Zusammenhang ein anderer. Wenn der Kohlensäuregehalt des Blutes über das gewöhnliche Maass erhöht ist, so kann er, indem durch Wasserzusatz die Wirkung der Kohlensäure befördert wird, hinreichen, um einen Theil der fibrinoplastischen Substanz aus dem Serum auszuscheiden. Jedes Blutserum trübt

sich augenblicklich bei der Wässerung, wenn es unmittelbar vorher mit Kohlensäure imprägnirt worden ist; dagegen habe ich in ein paar Fällen beobachtet, dass Blutserum, welches bei Wasserzusatz milchig wurde, diese Eigenschaft, nachdem es seiner Gase unter der Luftpumpe beraubt worden, nicht mehr zeigte.

Es ist klar, dass durch solche Ausscheidungen der fibrinoplastischen Substanz aus ihrer natürlichen Lösung, sofern sie durch Zustände im Körper bedingt werden, der Gerinnungsprocess modificirt werden muss; zum Zustandekommen der Wirkung muss die wirkende Substanz in Lösung sein; was vor Eintritt der Gerinnung als Molecularkörnchen abgeschieden wird, geht für dieselbe verloren und involvirt einen Verlust an fibrinoplastischer Kraft. Pathologisch sind solche Fälle häufig genug zur Beobachtung gekommen, so überall wo man das sogenannte Molecularfibrin gesehen hat und im molkigen Serum (sofern die Trübung nicht durch Fett bedingt war). Man hat es hier überall mit einer und derselben Substanz zu thun, die sich auch künstlich aus jedem Blute oder Blutserum durch Wässerung und Kohlensäuredurchleitung darstellen lässt; die Unterschiede in den Löslichkeitsverhältnissen derselben, je nachdem sie sich im Blute präformirt findet oder künstlich aus demselben ausgeschieden wird, erklären sich nach dem früher Gesagten aus dem verschiedenen Concentrationsgrade der Mutterflüssigkeit. Auf den Gehalt des Blutes an Wasser und an Kohlensäure wird man in allen solchen Fällen pathologischer Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz sein Augenmerk zu richten haben. Die gerinnungshemmende Wirkung der letzteren sowie aller verdünnten Säuren beruht eben auf der lange bekannten Thatsache, dass sie das Globulin präcipitiren. Innerhalb gewisser physiologischer Grenzen findet diese Ausscheidung in jedem Blute statt, in jedem Blute findet man jene Molecularkörnchen.[1]) Jede im Blute vor sich gehende oder

---

1) Da im unverdünnten Blutserum eine Globulinausscheidung erst bei schwacher Ansäuerung desselben eintritt, so ist es schwer, sich

durch Blut bewirkte Gerinnung wird deshalb auch durch Zuleiten von Sauerstoff oder durch den Contact mit der atmosphärischen Luft befördert. Unter normalen Verhältnissen muss diese Beförderung sehr wenig ins Gewicht fallen, desto mehr aber in pathologischen Fällen; dabei würde es von Bedeutung sein, wenn die bei gewöhnlicher Concentration ausgeschiedene und deshalb in Alkalien wenig lösliche Substanz gerade durch den Sauerstoff leicht aufgelöst würde. Ich habe früher die gerinnungshemmende Wirkung der Kohlensäure auch bei ihrer stärksten Anhäufung als sehr schwach bezeichnet gegenüber der fibrinoplastischen Energie des normalen Blutes; ich kannte jedoch damals die Bedingungen nicht, unter welchen sie ein absolutes Gerinnungshinderniss abgeben kann und operirte daher auch nur mit unverdünntem Blute. Diese Bedingungen sind der Art, dass sie in ausreichender Weise nur künstlich erfüllt werden können. Eine so hochgradige Dünnflüssigkeit, wie sie zu einer erschöpfenden Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz durch den Kohlensäuregehalt des Blutes, auch wenn derselbe vermehrt ist, nöthig wäre, kommt auch pathologisch niemals vor. Aber bis zu einem gewissen Grade kann das Blut krankhaft zu solchen Ausscheidungen disponirt werden durch absolute und relative Vermehrung seines Wassergehaltes bei gleichzeitiger Anhäufung von Kohlensäure. Zunächst wird Dünnflüssigkeit des Blutes den Effect haben, dass das aus den Blutzellen austretende Fluidum um so concentrirter, um so reicher an organischer Substanz ist. Da diese Substanz die Rolle des Gerinnungserregers spielt, so erklärt sich hieraus die Beobachtung Nasse's, dass die Schnelligkeit der Gerinnung im umgekehrten Verhältnisse zur Dichtigkeit des Se-

---

die Entstehung dieser Molecularkörnchen im normalen Blute zu erklären, wenn man eben nicht annimmt, dass die Verhältnisse im Blutplasma nicht ganz denen im Blutserum entsprechen. Thatsache ist, dass sich im Blutplasma Molecularkörnchen befinden, wie man das namentlich am Pferdeblutplasma, das ja mittelst einer Kältemischung leicht zu erhalten ist, beobachten kann, und dass die Gerinnung des Blutes durch Sättigung mit Kohlensäure verzögert wird, wenn auch meist um ein Geringes.

rums steht, dass Zusatz eines geringen Quantums Wasser die Gerinnung des Blutes beschleunigt, dass Frauenblut schneller gerinnt als das der Männer u. s. w.[1]) Aus demselben Grunde hat man die für Caseïn gehaltene Substanz in grösseren Mengen als gewöhnlich im Blute Schwangerer und im Entzündungsblute gefunden. Wenn die beiden letzten Blutarten dennoch in der Regel langsam gerinnen, so muss hier noch ein anderes die Gerinnung störendes Moment hinzukommen; das ist die gleichzeitige durch diese Zustände bedingte Anhäufung von Kohlensäure im Blute, durch welche ein mehr oder weniger grosser Theil des Globulins gefällt wird. Molecularkörnchen im Serum bis zur molkigen Trübung desselben hat man hauptsächlich gerade in diesen Zuständen, sowie bei allen mit Athemnoth verbundenen Affectionen beobachtet. Ein ähnlich beschaffenes Serum ist auch bei Bright'scher Niere, also gleichfalls bei einem mit Wässerigkeit des Blutes einhergehenden Zustande, gesehen worden; so von F. Simon[2]), Magendie[3]). Scherer hat zwei Fälle von milchigem Serum beschrieben (von einem an Kopfcongestionen leidenden 64 jährigen und von einem Schwindelanfällen unterworfenen leuko-phlegmatischen Individuum).[4]) Zimmermann giebt an, unter 50 Aderlässen 17 Mal ein trübes milchiges Serum gefunden zu haben.[5]) Es wird von diesen Forschern übereinstimmend angegeben, dass die Trübung des Serums in den beschriebenen Fällen nicht durch Fett, sondern durch eine sehr feinkörnige Proteïnsubstanz bedingt gewesen sei. Scherer fand ausserdem in dem einen Falle eine Verminderung des Fibringehaltes, in dem zweiten sah er, dass das trübe Serum beim Erhitzen nicht wie gewöhnlich gallertartig, sondern körnig und flockig gerann, wie das regelmässig

1) Nasse, Blut in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 105.

2) F. Simon, Beiträge zur physiol. und pathol. Chemie, Bd. I, S. 287, ferner sein Handbuch der med. Chemie, Bd. II, S. 220.

3) Magendie, das Blut, S. 84 und 240.

4) Scherer, chem. und mikroskop. Untersuchungen, S. 81 u. 85.

5) Zimmermann, zur Analysis und Synthesis der pseudoplastischen Processe, S. 100.

bei verdünntem Blutserum, dem man eine höchst geringe Menge Essig- oder Salzsäure zugesetzt hat, der Fall ist. Scherer schloss daraus auf das Vorhandensein einer freien Säure in diesem Blute; da, wie ich bereits gezeigt, die Kohlensäure ebensogut wie jede andere eine flockige Gerinnung in der Hitze bedingt, so zweifle ich nicht, dass es sich hier nur um eine bedeutende Vermehrung dieses Gases handelte, wodurch sowohl die Trübung des Serums als die erwähnte Form der Gerinnung in der Hitze verursacht wurde.

Es versteht sich von selbst, dass von der anderen Seite auch der jeweilige Gehalt des Blutes an Alkalien von wesentlichem Einfluss auf die Gerinnung sein muss. Steigt er über die physiologischen Grenzen hinaus, so wird die Gerinnung eine verzögerte und mehr oder weniger unergiebige sein, sinkt er unter dieselben hinab, so wird der Effect ein ähnlicher sein, weil das Lösungsmittel für das Globulin nicht in hinreichender Menge vorhanden ist.[1]) Man sieht ferner auch, dass ganz dieselben chemischen Agentien im einzelnen Falle den Gerinnungsverlauf in gerade entgegengesetzter Richtung zu modificiren vermögen; bei künstlichen Gerinnungsversuchen kann man es jeden Augenblick erproben, dass dieselben Mittel, Säuren oder Alkalien, die unter Umständen die Gerinnung verzögern oder ganz hemmen, sie unter anderen Umständen, indem sie das Zuviel entgegengesetzter Einwirkungen paralysiren, auch wieder befördern können. Von diesem Gesichtspunkte aus erklärt sich auch Nasse's Erfahrung, dass fast alle Stoffe, welche in grösseren Quantitäten zum Blute gesetzt, die Gerinnung desselben aufheben, sie in kleinen Dosen befördern.[2]) Es ist rich-

1) Es liegt auf der Hand, dass Abweichungen im Gehalte des Blutes an neutralen Alkalisalzen von geringerem Belange für den Verlauf der Gerinnung sein müssen, nur bei sehr starker Vermehrung könnten sie dieselbe verzögern. Nasse (a. a. O. S. 114) führt ein paar solcher Fälle an. Das Blut eines gesunden Huhnes sah er nach 12 Minuten, das einer Gans erst nach einer halben Stunde gerinnen, bei der Analyse fand er die Menge der Salze um die Hälfte, resp. um ein Drittel vermehrt.

2) A. a. O., S. 116.

tiger, zu sagen, alle Stoffe, welche das Globulin lösen und dadurch seine fibrinoplastische Wirkung überhaupt ermöglichen, hemmen diese Wirkung in grösseren Quantitäten und zwar um so leichter, je grösser ihre Lösungskraft für dieselbe ist; wenigstens gilt das von den kaustischen und kohlensauren Alkalien und von den Mittelsalzen. Da nun immer ein Bruchtheil der fibrinoplastischen Substanz durch die Kohlensäure des Blutes ausgeschieden wird und der Gerinnung verloren geht, so müssen jene Mittel den Process auch befördern können, falls nur soviel von ihnen dem Blute zugesetzt wird, als zur Wiederauflösung des Ausgeschiedenen nöthig ist. Hiermit stimmen Nasse's Angaben überein, denen zufolge kaustisches Kali und Natron als 1 Theil auf 1000 Th. Blut die Gerinnung schon verzögert, während kohlensaure Alkalien zu $^5/_{1000}$ und doppeltkohlensaure erst zu $^{14}/_{1000}$ diesen Effect ausüben; Kochsalz beschleunigte die Gerinnung nach Nasse noch bei $^{36}/_{1000}$, während bei $^{80}/_{1000}$ die Verzögerung eine unbedeutende war. Die Angabe Nasse's, dass auch Essigsäure in äusserst geringer Dosis zugesetzt, die Gerinnung des Blutes beschleunigt, halte ich nicht für richtig, wenigstens kann sie nicht allgemeine Geltung haben. Nur wenn ein Ueberschuss an Alkali im Blute vorhanden ist, kann durch geringe Dosen sehr verdünnter Säuren die Gerinnung befördert werden; Kohlensäuredurchleitung hat dann denselben Erfolg. Unter normalen Verhältnissen wurde durch verdünnte Essigsäure und durch Kohlensäure der Process stets verzögert. Dass auch Wasser ein entsprechendes Verhalten zeigt und in geringeren Mengen ($^1/_4$ bis 2 Vol. nach Nasse) die Gerinnung beschleunigt, in sehr grossen (8 bis 40 Vol.) sie aber verzögert[1]), ist richtig, muss aber wieder anders gedeutet werden. Durch das Moment der Verdünnung an sich muss überhaupt die Gerinnung des Blutes befördert werden, weil dadurch ein massenhaftes Freiwerden des Blutzelleninhaltes in der Intercellularflüssigkeit herbeigeführt wird; dasselbe würde auch für die höheren Grade der

1) Hierher gehörige Beobachtungen habe ich mitgetheilt a. a. O. S. 702.

Verdünnung gelten, nur dass dabei die Fibrinausscheidungen selbst endlich die Grenze des Sichtbaren erreichten, aber es kommt hinzu, dass bei so starker Wässerung die normalen Mengen Kohlensäure, welche in den gerinnenden Flüssigkeiten enthalten sind, hinreichen, um wenigstens einen Theil der fibrinoplastischen Substanz zu präcipitiren; es ist also nicht eigentlich der starke Wasserzusatz, oder doch nicht allein, welcher die Gerinnung verzögert.

Es ist bisher in Betreff der modificirenden Einflüsse, die sich bei der Gerinnung geltend machen können, nur auf solche Bedingungen Rücksicht genommen worden, welche ausserhalb der fibrinoplastischen Substanz liegen. Mit Sicherheit lässt sich jedoch annehmen, dass viele Abweichungen des Processes im Wesen der Substanz selbst, in materiellen Veränderungen derselben begründet sind; wenn z. B. das Blut Erstickter stundenlang nach der Entleerung aus dem Körper flüssig bleibt, so kann eine solche Abnormität, wie aus dem Früheren hervorgeht, unmöglich aus der Kohlensäureanhäufung allein erklärt werden. Welcher Art diese Veränderungen fibrinoplastischer Substanz sind, wo die Grundursache derselben zu suchen ist und in welchem Zusammenhange sie mit den sie bedingenden physiologischen und pathologischen Körperzuständen stehen, muss durch weitere Untersuchungen bei besserer Kenntniss der Natur dieses Stoffes und seiner Bedeutung für den Organismus ergründet werden. Ich will hier nur bemerken, dass eine genauere Inbetrachtnahme dieses leicht zu isolirenden Blutbestandtheiles, dem, abgesehen von seiner Beziehung zur Gerinnung, einem Vorgange, der im normalen Leben gerade nicht zu Stande kommt, als Product der Zellenthätigkeit gewiss noch die Erfüllung anderer wichtiger positiver Aufgaben obliegt, manche Aufschlüsse über die Vorgänge des gesunden und kranken Lebens zu geben verspricht; es wäre namentlich von Wichtigkeit, in allen pathologischen Zuständen sein Augenmerk auf denselben zu richten und zu erforschen, inwiefern er durch dieselben oder vielleicht durch therapeutische Einwirkungen verändert worden; chemische Eingriffe, die zu schwach sind, um den geronnenen Faserstoff irgendwie zu alteriren, können

von höchster Bedeutung für den Zustand der fibrinoplastischen Substanz im Blute sein. — Ich will hier nur constatiren, dass solche das Wesen dieser Substanz selbst betreffende Abnormitäten vorkommen. Häufig fand ich Rinder- und Schweineblut nur sehr schwach wirkend; gewöhnlich war dann das bezügliche Serum entweder schon von vornherein trübe, oder es trübte sich augenblicklich bei Wasserzusatz. Nicht in allen solchen Fällen konnte der Grund für diese Erscheinungen in einer Schwängerung des Blutes mit Kohlensäure gesehen werden, weil es auch vorkam, dass die fibrinoplastische Substanz selbst, nach ihrer Isolirung und Reindarstellung, sich ganz entsprechend verhielt; sie wirkte verhältnissmässig schwach und bedurfte auffallend grosser Alkalimengen, um sich zu lösen. Beim Stehen trübte sich eine solche Lösung, wenn ein Alkaliüberschuss vermieden war, in kürzester Zeit, innerhalb 5—10 Minuten, indem ein Theil der Substanz sich spontan wieder ausschied; es bedurfte dann eines weiteren Alkalizusatzes, um dieselbe bleibend zu lösen. In einem Falle musste ich, um zu diesem Ziele zu gelangen, circa 10mal mehr verdünntes Natron anwenden, als ich gewöhnlich nöthig fand. Beim Pferdeblut gehören diese Erscheinungen, relative Schwerlöslichkeit in Alkalien und geringe fibrinoplastische Wirksamkeit zur Regel, sie sind hier physiologisch. Im Allgemeinen stellte sich heraus, dass veränderte Löslichkeit dieser Substanz in Alkalien mit Herabsetzung ihrer fibrinoplastischen Energie Hand in Hand ging.

Von einem ähnlichen Gesichtspunkte aus muss wohl auch die unvollkommene Gerinnung des Milz- und Lebervenenblutes beurtheilt werden; letzteres soll nach Lehmann und Funke sogar gar nicht gerinnen. Da man jedoch aus mangelnder Gerinnung nicht auf mangelnde Gerinnbarkeit schliessen kann, so bedarf die Angabe dieser Forscher, das Lebervenenblut enthalte gar kein Fibrin oder höchstens nur Spuren, noch der weiteren Bestätigung. — Es ist möglich, dass die Blutflüssigkeit ihre Gerinnbarkeit beim Durchgange durch die Leber verloren hat, aber es kann ebensogut auch die Constitution der fibrinoplastischen Substanz durch Einflüsse, welchen die Blut-

zellen in derselben unterworfen gewesen, verändert worden sein. Das Lebervenenblut ist allerdings mit den Verbrennungsproducten zweier Capillarkreislaufe geschwängert, allein dieses Moment allein würde die Thatsache der gänzlich mangelnden Gerinnung nicht genügend erklären. Sowohl das Leber- und Milzvenen- als das Pfortaderblut trüben sich bei blossem Zusatz von Wasser und zwar das Lebervenenblut am stärksten[1]). Das stimmt zwar mit der Annahme eines vermehrten Kohlensäuregehaltes und es wäre nachzusehen, ob diese Blutarten, namentlich die letzterwähnte, nicht schon im unverdünnten Zustande reich an sogen. Molecularfibrin sind; aber jedenfalls wird dadurch auch bewiesen, dass das Globulin vor der Verdünnung sich in Lösung befand. Wenn es nun doch nicht fibrinoplastisch wirkt, so muss es eben, die Gerinnbarkeit der Flüssigkeit vorausgesetzt, ein verändertes Globulin sein. Man kann ja auch künstlich, durch Erhitzen ihrer alkalischen Lösung, diese Substanz so verändern, dass sie ihre Fähigkeit, Fibrin auszuscheiden, vollkommen verliert, ohne dass sich ihre sonstigen Eigenschaften, ihre chemischen Beziehungen, soweit ich sie kennen gelernt, irgendwie alterirt zeigen.

(Schluss folgt.)

---

1) Lehmann, Lehrbuch der physiol. Chemie, 2. Aufl. (2. Umarbeitung). Bd. II, S. 177.

Ueber die elektrischen Organe der Fische.

Von

MAX SCHULTZE.

In dem fünften Hefte des vorigen Jahrganges dieses Archivs S. 646 befindet sich ein Aufsatz von Hartmann: „Bemerkungen über die elektrischen Organe der Fische", in welchem die Structur dieser Organe und die Verhältnisse der Nervenendigung bei *Torpedo, Malapterurus* und *Mormyrus* nach Beobachtungen besprochen werden, welche der Verfasser grossentheils auf einer Reise in Nordostafrika anstellte. In diesem Aufsatze sind viele der von mir in mehreren Abhandlungen[1]) publicirten Beobachtungen über die elektrischen Organe der Fische ignorirt, für zweifelhaft oder geradezu für falsch erklärt worden, und letzteres, wie ich behaupten muss, ohne hinreichenden Grund, so dass ich zu einer Vertheidigung meiner Angaben zu schreiten mich für verpflichtet halte. Ich thue das nicht allein in persönlichem, sondern recht eigentlich im Interesse der Wissenschaft. Durch meine Beobachtungen, welche sich an die vieler vortrefflicher Vorgänger anschliessen, glaube ich die Kenntniss des feineren Baues der elektrischen Organe namentlich der Nervenendigung in denselben zu einem, wie ich sagen zu dürfen meine, so befriedigenden Abschluss gebracht zu haben, dass wenige Theile des Nervensystems des thierischen Körpers sich einer gleich vollständigen Erkenntniss er-

1) Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von *Raja clavata*, dieses Archiv 1858, S. 193. — Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische, 1. Abth. 1858, 2. Abth. 1859, besonders abgedruckt aus dem 4. u. 5. Bande der Abhandl. d. naturforsch. Gesellsch. in Halle. — Recherches sur les poissons électriques, Ann. d. scienc. nat., 4. Ser., Tom. XI, 1859, p. 376.

freuen, und dass mit gutem Gewissen der Versuch gemacht werden konnte, einige Grunderscheinungen des elektromotorischen Verhaltens der in Rede stehenden Organe mit den gewonnenen anatomischen Thatsachen in ursächliche Verbindung zu bringen, welcher Versuch zur Auffindung eines Gesetzes führte[1]), nach welchem in sämmtlichen elektrischen Organen in gleicher Weise die Richtung des Stromes im Momente des Schlages sich abhängig zeigt von der Art des Eintrittes der Nerven in die elektrische Platte. Hartmann's Widerspruch gegen die Resultate meiner Untersuchungen stellt nicht nur die Gültigkeit dieses für die Physiologie der elektrischen Organe vielleicht einst wichtigen Gesetzes in Frage, sondern untergräbt auch in vielen anderen Beziehungen die Glaubwürdigkeit meiner Beobachtungen der Art, dass ich fürchten muss, das Zutrauen zu denselben schwinden zu sehen. Ich muss aber Hartmann geradezu das Recht streitig machen, seine, wie ich nachweisen werde, an zum grossen Theile ganz ungenügendem Materiale angestellten Untersuchungen den meinigen an die Seite zu stellen. Dieselben bringen nach keiner Seite einen Fortschritt, überall nur Rückschritte, — diese zu verhindern sind die nachfolgenden Bemerkungen bestimmt.

1. *Torpedo.*

Unter allen elektrischen Fischen befand ich mich dem Zitterrochen gegenüber unter den günstigsten Verhältnissen. Nachdem ich mehrere Monate mit dem Studium der pseudoelektrischen Organe von *Raja* und *Mormyrus* und der elektrischen von *Malapterurus* und *Gymnotus* zugebracht und die betreffenden oben citirten Abhandlungen publicirt hatte, begab ich mich im Herbst 1858 nach Triest, und hatte dort täglich Gelegenheit, lebendige Zitterrochen in Seewasser auf mein Arbeitszimmer zu erhalten. Eine Vergleichung derselben mit abgestorbenen Exemplaren, wie sie auf dem Fischmarkte zum Verkauf ausgeboten werden, lehrte mich sehr bald, dass zum

---

1) Zur Kenntniss der elektr. Organe der Fische. 2. Abtheilung: *Torpedo*. S. 26.

Studium namentlich der feineren Verhältnisse der Nervenendigung nur die lebend erhaltenen Exemplare brauchbar seien, dass die feinsten Ausläufer der Nervenfasern, bevor sie zu der homogenen elektrischen Platte zusammentreten, nicht nur einer Scheide, sondern auch der Festigkeit so sehr ermangeln, dass sie sehr schnell nach dem Tode Veränderungen eingehen, welche sie unkenntlich machen. Das wurde pflichtgemäss in meiner Abhandlung über *Torpedo* erwähnt, wo auch in Bestätigung einer schon von Kölliker gemachten Bemerkung auf Grund sehr zahlreicher Versuche angeführt ist, dass die feinsten Nervenästchen sich in keiner der bisher gebräuchlichen conservirenden Flüssigkeiten in voller Integrität erhalten lassen. Wie Kölliker fand ich die feinsten Nervenzweigelchen sich in Form eines äusserst feinen Netzes an der Bauchseite der von mir für das Analogon der Platte erklärten Membran ausbreiten, und gab ich eine sehr specielle Beschreibung und bei starker Vergrösserung gezeichnete Abbildung dieses äusserst vergänglichen, aber im frischen Zustande sehr klaren Nervennetzes. Hartmann nun führt aus, dass er sich von der Existenz eines solchen Netzwerkes nicht habe überzeugen können, vielmehr, wie früher R. Wagner, die Verästelungen der Nerven aus den Augen verloren habe. Statt des Maschennetzes konnte er nur Körnchen sehen, und spricht darauf hin die Vermuthung aus, Kölliker und ich hätten uns durch eine gewisse regelmässige Lagerung der Körnchen täuschen lassen, welche auch in den elektrischen Platten von *Mormyrus* und *Malapterurus* der Art sei, „dass man aus den zwischen ihnen befindlichen Partieen der homogenen Grundsubstanz willkürlich ein Netzwerk construiren kann.“ Ich habe angeführt, dass ich ein Bethle'sches (vormals Kellner) Mikroskop benutzte, und dass ein Instrument von Schiek neuester (d. h. seit 1857 verbesserter) Construction, welches die Herren Lieberkühn und Wagener benutzten, ziemlich dasselbe geleistet habe. Es handelt sich um die Entscheidung der Frage, ob eine Substanz körnig sei, wie alle älteren Beobachter sie sahen, oder netzförmig gestrickt, und wie man in den Schuppen der *Hipparchia Janira* früher auch nur Körnchen sah, mit neueren

besseren Mikroskopen dagegen scharfe Linien wahrnimmt, so könnte die ganze Differenz in unseren Angaben auf der verschiedenen Güte der angewandten Mikroskope beruhen, eine Vermuthung, die wir nicht weiter verfolgen können, da Hartmann von dem Mikroskope, welches ihm auf seiner Reise zu Gebote stand, nichts weiter sagt, als dass es eine vortreffliche 500malige Vergrösserung geboten habe. In der That bedürfen wir aber zu naturgemässer Erklärung unserer Differenz eines Eingehens auf die Güte der angewandten Mikroskope gar nicht.

Hartmann meldet uns, dass er zur Untersuchung des frischen Organes zwei Exemplare verwandt habe, eins in Venedig, welches wenige Stunden vorher in der Nähe von Chioggia gefangen worden war, das andere in Triest, „ein soeben abgestorbener *Torpedo.*" Ich darf wohl annehmen, dass das erste Exemplar auch abgestorben war, da es die weite Fahrt von Chioggia nach Venedig machen musste, und Hartmann nicht anführt, dass es lebend in seine Hände gekommen (sind doch lebende Exemplare überhaupt nur auf die Weise zu erhalten, dass die Fischer besonders beauftragt werden, ein Gefäss mit Seewasser zur Aufbewahrung des eben gefangenen *Torpedo* zu benutzen), und was auf die Betheuerungen der Fischer in Triest zu geben, wenn sie von soeben erst abgestorbenen Zitterrochen reden, muss man selbst erfahren haben. Sollte sonach Hartmann, wie nach seinen eigenen Angaben zu vermuthen, keinen lebenden Zitterrochen zur Untersuchung gehabt haben, so konnte er das Nervennetz gar nicht sehen, und ist nur zu verwundern, dass er über dasselbe aburtheilt, obgleich Kölliker und ich den vollkommen frischen Zustand des Organes als conditio sine qua non zum Erkennen des Netzes anführen. Vollkommen unbegreiflich muss es aber erscheinen, wenn Hartmann einen Werth legt auf die nachträglich an in Chromsäure und Sublimat erhärteten Präparaten angestellten Untersuchungen, und H. Munk als Gewährsmann anführt, welcher sein Urtheil über die Nervenendigung nur auf Spiritusexemplare gründete[1]), da nach

1) Nachrichten von der Göttinger K. Societät der Wissenschaften, 1858, Nr. 1, S. 6.

unserer Versicherung das Nervennetz in keiner bekannten conservirenden Flüssigkeit zu erhalten ist, endlich in die denkwürdigen Worte ausbricht: „Selbst an den schon mehrere Tage alten, von Dr. Baur aus Triest eingesandten Fischen vermochte ich mit Hülfe der Hartnack'schen Wasserlinse (Vergröss. ca. 1000) an solchen in ihrer Integrität erhaltenen Stellen (an denen nämlich statt eines Netzes nur Körnchen zu sehen waren) nur eine Bestätigung meiner hier dargelegten Ansicht zu finden.“

Zu den ebenfalls sehr leicht zersetzbaren und veränderlichen Elementartheilen des elektrischen Organes von *Torpedo* gehören die zarten sternförmigen, mit langen Ausläufern versehenen Zellen der gallertartigen Bindesubstanz, welche die Nervenverzweigungen umhüllt und trägt, bevor dieselben in die elektrische Platte eintreten. Ich habe denselben auf S. 12 meiner Abhandlung über *Torpedo* eine eingehende Besprechung gewidmet, und namentlich auf ihr Schwinden oder Einschrumpfen bei Wasserzusatz aufmerksam gemacht, wobei die peripherischen Nervenverzweigungen mit Ausnahme des feinen Netzes sich noch vollkommen gut erhalten. Auch Remak und Kölliker sahen diese namentlich in der Nähe der feineren Nervenverzweigungen häufigen zarten, sternförmigen Zellen und bezeichneten sie vollkommen richtig, wenn sie dieselben Bindegewebskörperchen nannten. Hartmann hat sie nicht zu „sehen bekommen“, was mir nicht auffallend ist, da er keine hinreichend frischen Präparate untersuchte. Weil er sie nicht sah, müssen wir anderen Menschenkinder ungeschickte Beobachter sein, die sich durch die Zellen und Kerne der elektrischen Platte oder gar durch „zufällig losgetrennte Nervenfädchen“, an denen noch Kerne hängen geblieben, täuschen liessen. Wie schnell die Hypothesen bei der Hand sind! Was soll man dazu sagen, wenn Jemand in dieser Weise verfährt, den guten Ruf anderer Beobachter zu untergraben?! Glaubt Hartmann wirklich, dass ich das Capitel über die gallertige Bindesubstanz der elektrischen Organe erdichtet und erlogen habe? Jedenfalls hat er sich nicht die Mühe gegeben, dasselbe mit Aufmerksamkeit zu lesen, sonst

wäre er nicht auf den sonderbaren Gedanken gekommen (l. c. S. 658), ich nähme an, die elektrischen Platten seien „mit dem Bindegewebe der Prismenhülle vereinigt“, es fände „ein Uebergang der Plattensubstanz in das Bindegewebe“ statt. Hartmann bekämpft diese mir untergeschobene Ansicht, indem er versichert, nur die Nerven und Gefässe stellten den Zusammenhang der Platten mit dem Bindegewebe der Säulen her. Bin ich es nicht, der gegen die Ansicht auftrat, die elektrischen Platten hätten mit Bindegewebe etwas gemein, habe ich nicht gerade die eiweissartige Natur derselben erwiesen, ist es nicht der Grundgedanke aller meiner Arbeiten über die elektrischen Organe, die Selbstständigkeit und Eigenthümlichkeit des Gewebes der elektrischen Platten zu erweisen und jede Verwandtschaft mit dem Bindegewebe abzuweisen?

Wenn nun aber die Gallertmasse der Alveolen keine Bindesubstanzzellen enthält, also „eine andere Bedeutung als die ihr von Schultze zuertheilte“ hat, was ist sie denn? Hartmann belehrt uns darüber mit folgenden Worten: „Die oben erwähnte Gallertsubstanz (oder, wie ich mich lieber ausdrücken möchte, die zähflüssige Substanz) in den Alveolen halte ich für eine indifferente Ausfüllungsmasse, wie eine ähnliche auch in den elektrischen Organen von *Mormyrus*, *Malapterurus* und *Gymnotus* vorkommt. Wenn man mit dem Messer in die elektrischen Organe eines frischen *Torpedo* hineinschneidet, so sieht man an der Klinge kleine Partien einer dicklichen Flüssigkeit, etwa von der Consistenz rohen Hühnereiweisses, anhaften. Ueber die chemische Natur dieser Masse habe ich mir keine hinlängliche Klarheit verschaffen können.“

Das ist Alles was wir hören, und damit glaubt man sich den Monate lang fortgesetzten histiologischen und chemischen Untersuchungen Anderer an die Seite stellen zu können! Sapienti sat.

2. *Malapterurus.*

Auch in Betreff des feineren Baues der elektrischen Platten von *Malapterurus* und der Art der Nervenendigung in densel-

ben finden sich einige Differenzen. Hartmann glaubt z. B. das Verhältniss der letzten Enden der markhaltigen Primitivfasern zu dem granulirten Strange, der sich aus ersteren entwickelt, etwas anders auffassen zu müssen, indem er einen mehr allmähligen Uebergang beider bemerkte, als ich, der ich an ein „brüskes" Aufhören des Nervenmarkes glauben soll, eine Ausdrucksweise, die mir allerdings vollkommen fremd ist. In der Grundanschauung ist aber keine Verschiedenheit, indem Hartmann gerade so wie ich annimmt, dass der Axencylinder es sei, welcher die granulirte Masse bilde.

Beabsichtigte Hartmann wirklich, durch eigene Beobachtungen unsere Kenntnisse der elektrischen Organe von *Malapterurus* zu erweitern, so muss es sehr auffallend erscheinen, dass er während eines langen Aufenthaltes in Aegypten nur ein einziges Mal dazu kam, ein Stück eines solchen Fisches zu untersuchen, von dem die Todesstunde ihm nicht einmal bekannt geworden zu sein scheint, da er von ihm nur sagt, dass er bereits zerschnitten und in den Kochtopf gethan worden war. Offenbar sind so schwierige Fragen, wie die nach dem feineren Baue eines elektrischen Organes, welches noch dazu von einem an Ort und Stelle lebenden vortrefflichen Forscher, dem Professor Bilharz in Kairo, so gründlich untersucht worden, nicht zu lösen. Ich konnte diese Bemerkungen nicht unterdrücken, indem ich auf die Besprechung der Beurtheilung eingehe, welche Hartmann meiner Darstellung von der Art des Ueberganges des Nervenknopfes in die elektrische Platte zu Theil werden lässt. Durch meine sehr ausführlichen, in der ersten Abtheilung meiner Schrift über die elektrischen Organe niedergelegten Untersuchungen, welche grossentheils an einem durch die Güte des Herrn du Bois-Reymond zu Gebote gestellten, mehreren in Berlin lebend gehaltenen Fischen entnommenen, theils frisch von Berlin nach Halle gesandten, theils sofort nach dem Tode der Thiere in 14 verschiedene von mir angegebene conservirende Flüssigkeiten gelegten Materiale angestellt wurden, stellte ich fest, dass der Nerv, welcher an das Centrum der elektrischen Platte von hinten her herantritt, mit seinem keulenförmig angeschwollenen Theile

die Platte durchbohrt, und sich sodann in die vordere Seite der Platte einsenkt. Ich hatte Grund, auf die specielle Darlegung dieses Verhältnisses, welches übrigens schon in den von Bilharz gezeichneten Abbildungen angedeutet war, einigen Werth zu legen, wie Jeder, der meine Abhandlung gelesen, bemerkt haben wird. Ich hatte ein Recht, den Fund dieser Anordnung als einen zu betrachten, welcher bei einer dereinstigen Theorie der elektrischen Organe eine fundamentale Bedeutung beanspruchen werde. Derselbe brachte nämlich in das Verhältniss zwischen Stromesrichtung und anatomischer Verschiedenheit der beiden Oberflächen der elektrischen Platten aller drei elektrischen Fische eine solche Einheit, dass das Gesetz, welches bis dahin allein von *Torpedo* und *Gymnotus* abgeleitet worden, dass die Nervenseite der elektrischen Platten im Momente des Schlages stets die negative sei gegen die andere positive Oberfläche, und welchem sich nach Bilharz's anatomischen und du Bois-Reymond's physiologischen Untersuchungen *Malapterurus* nicht fügen zu wollen schien, nun auch für den Zitterwels Geltung erhält, und somit ausgesprochen werden konnte, dass die Stromesrichtung im Momente des Schlages bei allen drei elektrischen Fischen in gleicher Weise von der Lage abhänge, welche die Nervenseiten und die glatten Seiten der elektrischen Platte habe.

Von den von mir gegebenen Zeichnungen sind namentlich beweisend die Figg. 5 und 6, welche ganz reine Querschnitte darstellen, wie ich sie trotz Hartmann's Aeusserung (l. c. S. 666): „Wirkliche Querschnitte dürften bei dem geringen Dickendurchmesser der Platten selten oder nie rein ausfallen" recht oft erhalten habe. Freilich bedurfte es zur Anfertigung solcher Schnitte ganz bestimmter Concentrationsgrade der conservirenden Flüssigkeiten. Ich habe mehreren Bekannten solche Präparate geschenkt, unter Anderen Herrn du Bois-Reymond, der mit einer für mich sehr anregenden Theilnahme meinen Untersuchungen folgte und die Richtigkeit meiner Zeichnungen, in denen nichts schematisches ist, anerkannte.

Hartmann nun, welcher, wie angeführt, in keinem Punkte meinen Untersuchungen das geringste Neue hinzufügt, vielmehr

seine Beschreibung der elektrischen Platten zum Theil mit denselben Worten, wie ich sie gebrauchte, ausführt, kann sich der „Vorstellungsweise M. Schultze's", nach welcher die auf der Vorderfläche des Plattencentrums hervortretende, knopfförmig vorspringende und dann strahlig sich verbreitende Masse der Nervenknopf selbst sei, nicht anschliessen, „indem", so fährt er fort, „ich die sehr dünne, vielfach gefaltete Platte als directe flächenhafte Ausbreitung der granulirten Faser zu betrachten geneigt bin." Das ist in der That ganz meine Ansicht, dass die elektrische Platte die directe flächenhafte Ausbreitung der granulirten Faser sei. Es fragt sich nur, ob meine Zeichnung vom Querschnitt richtig sei oder nicht. Hier handelt es sich nicht um eine „Vorstellungsweise", sondern um Thatsache. Hartmann's Bilder, Fig. 10 und 11, sind ganz unnatürlich gefalteten Präparaten entnommen und beweisen gar nichts, weder für noch gegen. Querschnitte hat er nach eigenem Geständniss nicht machen können. Warum denn über etwas absprechen, was man nicht gesehen hat?!

Wenn Hartmann aber behauptet, „derartige Falten (wie sie auf der vorderen Seite strahlig vom Nervenknopf auslaufen) finden sich auch auf der Hinterseite der Platten", so muss ich dem auf das Entschiedenste widersprechen. Es beweist dieser Ausspruch wie folgender: „Man kann durch Hin- und Herschieben des Deckgläschens sowie mittels der Präparirnadel ohne Mühe Faltungen der Platte künstlich erzeugen, welche den beschriebenen täuschend ähnlich sind", nur von Neuem, dass Hartmann keine Idee von dem hatte, worauf es ankam.

Uebrigens bemerke ich noch, dass Bilharz mündlich wie schriftlich, nach Einsicht meiner Präparate und nach eigenen Untersuchungen, mich wiederholt versichert hat, dass er meinen Angaben, „der Nerv durchbohre die elektrische Platte, bevor er in dieselbe eintrete", vollkommen beistimme und durch dieselben die seinigen für wesentlich vervollständigt halte.

3. *Mormyrus.*

Was endlich die den elektrischen analogen Organe der *Mormyrus*-Arten betrifft, so muss ich zunächst Hartmann darauf aufmerksam machen, was ihm entgangen zu sein scheint, dass von mir auch Beobachtungen über diese Organe publicirt worden sind.[1]) Nach diesen muss ich gegen Hartmann aufrecht erhalten, 1) dass die kugligen Kerne der mit feinkörniger Masse gefüllten Nervenröhren nicht in einer hypothetischen Haut-, Hüll- oder Grenzschicht derselben, sondern im Inneren der Ausfüllungsmasse selbst liegen, und in allen möglichen Tiefen vorkommen. Dasselbe gilt auch für die elektrischen Platten, an welchen Hartmann die für sie so charakteristischen Kerne ebenfalls nur in eine möglicher Weise aus dem Bindegewebe der Nervenäste abzuleitende, die hintere Fläche bekleidende Haut verlegt. Die Kerne gehören zum Gewebe der elektrischen Platten, wie sie bei *Torpedo*, *Malapterurus*, *Gymnotus* und in den gestreiften Platten des Schwanzorganes von *Raja* in der Substanz der Platten selbst liegen. 2) meint Hartmann, die feine Streifung der Platten bei *Mormyrus*, wie sie z. B. Kupfer und Keferstein l. c. Taf. VII. Fig. 13b abbilden, rühre nur von feinen Falten einer an zersetzten Präparaten von der Oberfläche der elektrischen Platten sich ablösenden Membran her, sei also eine nachträgliche, ganz zufällige Bildung. Auch in den granulirten Nervensträngen haben Ecker u. A. eine feine Streifung gesehen, welche an die der quergestreiften Muskelfaser erinnert. Ich kenne dieselbe von vortrefflich conservirten Präparaten, an denen von beginnender Zersetzung, wie an denen Hartmann's, nicht die Rede ist, und muss mich gegen die Ansicht des letzteren aussprechen, dass dieselbe durch feine Granula gebildet wären, welche sich in unterbrochenen Querreihen aneinanderlegen. Ein solches Ansehen entsteht an halbzersetzten Präparaten, entspricht aber nicht dem wahren Sachverhalt. Es ist in den Platten wie in den körnig aussehenden Nervenröh-

1) Bericht über die Sitzungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle i. J. 1857, S. 18, im 4. Bande der Abhandlungen derselben Gesellschaft. — Annales des sciences nat. l. c. p. 379.

ren eine Differenzirung der Substanz in Schichten vorhanden, und diese ist Ursache der Streifung, wie ich das schlagend an dem Schwanzorgan von *Raja* nachgewiesen habe. Schon dort und an einem anderen Orte[1]) machte ich darauf aufmerksam, dass diese Streifen möglicher Weise auf einen ähnlichen Grund zurückzuführen sei, wie in den quergestreiften Muskeln, und dass zur Entscheidung dieser Frage der Polarisationsapparat wesentlich mitwirken müsse. Ist es nicht von hohem Interesse, zu erfahren, dass gerade nur die sogenannten pseudoelektrischen Organe es sind, denen diese Streifung der Platte zukommt, während sie an den ächten elektrischen Platten fehlt? Verdient es nicht weitere Ueberlegung, dass, wie wir an der Muskelsubstanz, die offenbar unter allen Geweben dem der elektrischen Platten am nächsten steht, eine gestreifte (geschichtete) Form und eine nicht gestreifte (nicht geschichtete) unterscheiden, dasselbe auch an der Substanz der elektrischen Platten möglich ist, und dass die gestreiften Platten gerade diejenigen sind, an denen elektromotorische Erscheinungen bisher nicht zur Beobachtung gebracht werden konnten, während solche den glatten in so ausgezeichnetem Grade zukommen? Sollen wir diese Errungenschaften so leichten Kaufes wieder fahren lassen, weil es einem Beobachter bei Untersuchung halbzersetzter Präparate nicht gelang, die Thatsachen so wieder zu finden, wie anhaltende Bemühungen Anderer bei günstigeren Bedingungen festgestellt haben?

Ich meine wenn Hartmann eine Ahnung von dem destructiven Inhalt seiner Angaben gehabt hätte, würde er sich zweimal besonnen haben, Untersuchungen zu publiciren, die offenbar besser begründet werden mussten, um au niveau mit dem heutigen Stande unserer Kenntnisse der elektrischen Organe der Fische zu stehen.

---

1) Annales des sciences natur., 4. ser., Tom. XI, 1859, p. 379. — Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische, Abthl. 2, S. 24.

Ueber die angeblichen peripherischen Endorgane der motorischen Nervenfaser.

Von

Dr. B. Naunyn.

Nachdem bis zum Beginne des letztvergangenen Decenniums die zuerst von Prevost und Dumas, später besonders von Valentin und Burdach behauptete schlingenförmige Endigung der Nervenfaser ziemlich allgemein auch für die motorische Nerven angenommen war, gelang es zuerst Reichert, am Brusthautmuskel des Frosches, einem sehr glücklich gewählten Präparat, die Unrichtigkeit dieser Annahme zu erweisen. Dieser Forscher fand, dass eine Schlingenbildung in dem gewöhnlichen Sinne nicht existire, sondern dass die Nervenfaser, mässig zugespitzt, auf der Muskelfaser ende oder wenigstens sich der Beobachtung entziehe.

Gleichzeitig wusste es Reichert durch die Betrachtung der eigenthümlichen Verzweigung des Nerven in jenem Muskel wahrscheinlich zu machen, dass die Einwirkung der Nerven auf die Muskelfaser nicht nur an den Endigungen ersterer, sondern im ganzen Verlaufe ihrer Endverästelung statthabe. Neuerdings nun glaubte Kühne durch ein Experiment, über dessen Beweiskraft zu streiten hier nicht der Ort ist, erwiesen zu haben, dass eine derartige Einwirkung der Nerven auf die Muskelfasern keineswegs stattfinde, sondern dass der Ort dieser Einwirkung entschieden an das peripherische Ende der Nervenfaser zu verlegen sei. Desgleichen erklärte er es für ein entschiedenes Postulat der neueren Physiologie, dass ein „innigerer Zusammenhang zwischen Nerven- und Muskelfaser bestehe“, dass die Nervenfaser „jenseits des Sarkolemms im Inneren der primitiven Muskelfaser endige.“ Gestützt auf die-

ses Postulat und die mindestens noch controversen Beobachtungen bei Insecten, den Eintritt der Nervenfaser in das Innere der Muskelfaser betreffend, ging er behufs der weiteren Aufsuchung der letzten peripherischen Endigung der motorischen Nervenfaser von der Voraussetzung aus, „dass das Studium der Nervenendigung zum Ziele führen müsse, wenn es gelang, eine Muskelfaser ohne besondere mechanische Misshandlung in ihrer ganzen Länge zu isoliren, indem es sich annehmen liess, dass dann doch irgendwo Spuren des abgerissenen Nerven oder Stellen entdeckt werden müssten, die sich auch optisch verschieden von der durchweg gleichartig gebauten Faser verhalten würden." Demgemäss bestimmte Kühne mit sorgfältiger Benutzung aller ihm durch chemische Erfahrungen und genaue Kenntniss des zu bearbeitenden Materials gebotenen Hülfsquellen mehrere Arten der Isolirung der Muskelfasern. Die Untersuchung der so gewonnenen Präparate führte ihn dann zu folgenden Resultaten, welche jenes Postulat der Physiologie in auffallender Weise erfüllen.

Jede ausgebildete Muskelfaser besitzt eine oder mehrere Nervenfasern, welche ihr fest anhaften.

Die einzelne Nervenfaser theilt sich, nachdem sie an die Muskelfaser herangetreten in zwei oder mehrere Aeste, welche noch deutlich doppelt contourirt sind.

Die aus dieser Theilung hervorgehenden Nervenfasern endigen jedoch nicht frei auf der Muskelfaser, sondern es geht die Nervenscheide unmittelbar in das Sarkolemm über, so dass Nerven- und Muskelfaser ein gemeinsames Rohr darstellen, während der Axencylinder das letztere durchbohrt und parallel der Längsaxe der Muskelfaser zwischen contractiler Substanz und Sarkolemm in Gestalt eines feinen blassen Fadens eine Strecke weit verläuft.

Diese „intramusculäre"[1]) Fortsetzung des Cylinder axis

1) Es scheint mir diese Benennung nicht gut gewählt, da das Wort „intramusculär" bereits zur Bezeichnung der Nervenverzweigung im Muskel zwischen den Muskelfasern dient. Kühne selbst hat es früher in diesem Sinne gebraucht (Monatsberichte der Berliner Akademie, 1859. S. 395 ff.).

trägt theils unmittelbar in ihrem Verlaufe, theils ihr seitlich aufsitzende knospenartige Anschwellungen, welche bei sehr starken Vergrösserungen einen eigenthümlichen, den Pacinischen Körperchen nicht unähnlichen Bau zeigen.

Die intramusculäre Fortsetzung des Cylinder axis läuft schliesslich in eine solche Knospe aus oder endet zugespitzt im Inneren der Muskelfaser.

Wenden wir uns nun zu den Beobachtungen, auf welche Kühne diese Behauptungen stützt. Sehen wir zu, ob die Präparate, zu welchen uns die von ihm angegebenen Methoden verhelfen, das, was jener Forscher behauptet, in der That beweisen, oder ob dieselben nicht eine andere Auslegung erlauben, ja sogar erfordern.

Was zunächst nach Kühne den Zusammenhang zwischen Muskel- und Nervenfaser im höchsten Grade wahrscheinlich machen soll, ist, dass an jeder ausgebildeten Muskelfaser, man mag sie frisch mit dem Messer isoliren, oder den Muskel auf andere Weisen zerfasern, mindestens eine, oft eine beträchtliche Anzahl Nervenfasern in der beschriebenen Weise befestigt vorkommen.

Dass dies in der That nicht selten der Fall ist, kann nicht auffallen, da, wie schon im Jahre 1851 Reichert[1]) nachwies, in der Verzweigung des Nerven, innerhalb des Muskels, derartige Theilungen, zum Theil noch weit vom Ende entfernt, in ungemein grosser Zahl vorkommen; häufig indessen findet man der Muskelfaser eine Nervenfaser anhangen, welche die beschriebene gabelförmige Theilung nicht zeigt; nicht selten auch findet man einer in ihrer ganzen Länge isolirten vollkommen ausgebildeten Muskelfaser gar keine Nervenfaser anhangen, ohne dass das Sarkolemm an irgend einer Stelle Verletzungen wahrnehmen lässt.

Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man Stücke von dem Gastroknemius des Frosches, welchen Kühne mit allem Rechte als hierzu besonders geeignet empfiehlt, parallel

1) Ueber den Verlauf und die Endigungsweise der Nerven im Brusthautmuskel des Frosches. Müller's Archiv 1851.

dem Faserverlaufe ausschneidet. Durchschneidet man dann die Muskelfasern dieses Stückes an ihren beiden Sehnenenden, so gelingt die Zerfaserung unschwer und wird man unter den isolirten Fasern neben vielen verletzten meist auch einige vollkommen unverletzte finden, welche keine Nervenanhängsel zeigen. An den Muskelfasern, welche nach den von Kühne angegebenen Macerationsmethoden isolirt waren, gelang es mir übrigens häufig nicht, eine sichere Nervenfaser nachzuweisen.

Immerhin sieht man bei Durchmusterung der isolirten Muskelfaser nicht gar selten, an derselben eine sich in der angegebenen Art theilende Nervenfaser hängen. Oft verlaufen die zwei oder in grösserer Zahl aus der Theilungsstelle hervorgehenden Nervenfasern längere Strecken über die Muskelfaser hin, um deutlich abgerissen auf derselben zu enden oder schliesslich mit freiem abgerissenen Ende von derselben herunter zu treten. Zuweilen aber sieht man beide oder wenigstens eine dieser Fasern, ihren doppelten Contour verlierend, in jene Fortsetzungen übergehen, welche Kühne als angeblich „intramusculären" Axencylinder mit anhängenden Nervenendknospen beschreibt.

Durch Rollen oder Zufall glückte es nun Kühne, eine Profilansicht zu bekommen, wo die Nervenfaser ihren doppelten Contour verlierend, in die vermeintlich „intramusculäre" Fortsetzung übergeht. Er sah dann die Nervenscheide sich unmittelbar in das Sarkolemm fortsetzen, den Axencylinder letzteres durchbohrend, in das Innere der Muskelfaser eintreten.

Auch mir gelang es nicht selten, aus dem frischen Muskel sowohl, als auch nach den von Kühne angegebenen Macerationsmethoden, derartige Präparate zu erhalten. Auffallend jedoch war es von vorn herein, dass die Nervenfasern, welche hier mit der Muskelfaser verknüpft schienen, sehr verschiedene Dickendurchmesser zeigten. Nach demselben mussten einige allerdings als der Endverzweigung des Nerven angehörig angesehen werden; bei anderen dagegen musste sowohl der Dickendurchmesser als auch das in ihnen sehr reichlich enthaltene Mark den Verdacht erwecken, dass sie dem Bezirke der von Reichert sogenannten Stammfaserverästelung angehörten.

Trotzdem glichen auch die hier gewonnenen Bilder genau den von Kühne dargestellten.

Betrachtet man jedoch die Stelle des angeblichen Ueberganges der Nervenscheide in das Sarkolemm genauer, so gewahrt man, dass ein solcher in der That nicht existirt. Man sieht vielmehr, namentlich an durch Maceration (mit SO_3 etc.) gewonnenen Präparaten, dass die Nervenscheide sich an die untere oder obere Fläche der Muskelfaser begiebt, und hier jenen vermeintlich „intramusculären" Axencylinder umhüllend hinzieht. Oft scheint auch derselbe nur von der zu einem dünnen Faden contrahirten Scheide gebildet zu werden; oft dagegen hört die Nervenscheide in der That an der vermeintlichen Uebergangsstelle auf, ohne dass man einen solchen nachweisen könnte, während der aus der abgerissenen Nervenfaser in ziemlich beträchtlicher Länge herausragende Cylinderaxis sich an die obere oder untere Fläche der Muskelfaser begiebt.

Wie den Cylinderaxis überhaupt, konnte ich Vorkommnisse der letzten Art nur an macerirten Präparaten und ziemlich dicken Nervenfasern wahrnehmen.

Durch weiter fortgesetzte Rollversuche, oder glücklicheren Zufall gelingt es nun leicht, sich davon zu überzeugen, dass die vermeintliche und von Kühne als solche beschriebene Profilansicht in der That keine ist. Es glückt dann zuweilen, die Muskelfaser so zu lagern, dass die vermeintliche intramusculäre Fortsetzung der Nervenfaser an den Rand derselben zu liegen kommt, wo man sie deutlich an der äusseren Fläche des nirgends durchbohrten Sarkolemms hinziehen sieht.

Schwieriger für die Deutung gestalten sich die Verhältnisse bei der frisch aus dem Gastroknemius des Frosches isolirten Muskelfaser. Hier ist die Nervenfaser, wie es scheint, durch ihre dem Sarkolemm eng anliegende Scheide ziemlich fest mit derselben verbunden. In Folge der bei der Präparation unvermeidlichen Zerrung des Sarkolemms durch die zu zerreissende Nervenfaser entstehen in demselben Falten, in welche der Nerv mit seiner vermeintlich intramusculären Fortsetzung eingelagert ist.

Auch hier gelingt es jedoch durch Rollen etc. leicht, eine wahre Profilansicht zu erhalten, und man erkennt dann, dass diese Einlagerung eine rein äusserliche ist.

Weniger leicht zu übersehen sind die Verhältnisse, wenn die aus der Theilung hervorgegangenen Nervenfasern nicht in jene angeblich „intramusculären" Fortsetzungen übergehen, sondern einfach abgerissen enden oder in den seltenen Fällen, wo in der That eine der zuerst von Reichert beschriebenen, gabelförmigen Endigungen an der Muskelfaser hängen geblieben scheint. Der in jenem Falle abgerissene und vermöge seiner starken Elasticität bis zum Verschluss contrahirte, im letzteren Falle hier vielleicht normal endende Schlauch der Nervenscheide ist natürlich nicht weiter zu verfolgen, und kann, da er dem ihm an Lichtbrechungsvermögen ziemlich genau gleichen Sarkolemm eng anliegt, in der That in letzteres überzugehen scheinen. Doch gelingt es bald leichter, bald schwerer, durch Rollen und Drücken des Präparates, den Nerven an der vermeintlichen Uebergangsstelle von dem Sarkolemm zu trennen, ohne dass eine Zerreissung dieses stattfände, oder dass je ein Stück der Nervenfaser oder der Axencylinder an dem Sarkolemm hängen bliebe. Auch gelang es mir in solchen Fällen nie, durch Drücken etc. einen Uebertritt des Nervenmarkes unter das Sarkolemm zu Wege zu bringen, was man nach der Schilderung, welche Kühne vom Uebergang giebt, für leicht möglich halten musste.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass die Präparate, auf welche Kühne seine Behauptung des continuirlichen Ueberganges der Nervenscheide in das Sarkolemm und der sogenannten „intramusculären" Endigung der Nervenfaser stützt, oder wenigstens diesen vollkommen gleichende nach denselben Methoden dargestellte Präparate in keiner Weise zur Begründung dieser Behauptung ausreichten.

Ein continuirlicher Uebergang der Nervenscheide in das Sarkolemm in der von Kühne angegebenen Weise liess sich nirgends nachweisen und es ergab sich mit Bestimmtheit, dass die von Kühne als intramusculäre Endigung beschriebene Fortsetzung der doppeltcontourirten Nervenfaser stets ausser-

halb der Muskelfaser lag. Wir haben hier nur auf die Präparate Rücksicht genommen, wo eine wirkliche, wenn auch durch die Präparation mannichfach veränderte Nervenfaser die vermeintlich „intramusculäre" Fortsetzung vortäuschte. Dass auch Fälle vorkommen, wo eine solche Täuschung durch das aus der zerrissenen Nervenfaser ausgetretene und nicht selten wie faserartig geronnene Mark verursacht werden kann, dies gedenken wir noch später zu zeigen.

Es fragt sich nun, welchen Ursprung haben die von Kühne beschriebenen Bilder, und wodurch ist erwiesen, dass in denselben wirkliche peripherische Endigungen der motorischen Nervenfasern vorliegen? oder dass wenigstens in den von Kühne mitgetheilten Beobachtungen ein Schritt über die schon längst von anderen Forschern gesehenen Endigungen der Nerven hinaus gethan sei? Wir glauben, dass dies in der That in keiner Weise geschehen ist.

Bei der Wahl seiner Methode ging Kühne von der Voraussetzung aus, die Nervenfaser stehe mit der Muskelfaser in continuirlichem Zusammenhange. Letzteren glaubte er später zu finden; er glaubte wahrzunehmen, dass die Nervenfaser in die Muskelfaser einträte, und glaubte sich daher berechtigt, hier eine von anderen Forschern noch nicht beobachtete peripherische Endigung der motorischen Nervenfaser anzunehmen. Ein solcher continuirlicher Uebergang in der von Kühne prätendirten Weise findet aber nicht statt. Wie will man nun behaupten, dass die von Kühne beobachtete eigenthümliche Fortsetzung der Nervenfaser das natürliche Ende derselben sei? Ist es nicht viel wahrscheinlicher, dass in diesen „Endorganen" durch die Präparation veränderte und beim Zerfasern des Muskels zerrissene Nervenfasern vorliegen?

Es sind nun bereits Beobachtungen bekannt, welche dafür sprechen, dass Kühne, in vielen Fällen wenigstens, noch nicht einmal das bis jetzt bekannte Ende der betreffenden Nervenfaser vor Augen gehabt habe.

Ich meine die Untersuchungen Reichert's über die Endigung der Nerven im Brusthautmuskel des Frosches.

Reichert unterscheidet in dem Nervengeflecht jenes Mus-

kels, eine Stammfaserverästelung, in welcher die Nervenfasern den Charakter der breiten stark markhaltigen cerebro-spinalen Fasern zeigen, und eine Endverzweigung, gebildet von viel schmaleren blassen, wenig markhaltigen, den sogenannten sympathischen ähnlichen Nervenfasern. Letztere gehen aus ersteren auf zweierlei Weisen hervor. Im ersteren relativ seltenen Falle tritt von einer dicken cerebro-spinalen Stammfaser eine dünne, weit weniger markhaltige blasse Faser ab. Im zweiten Falle, welcher im Allgemeinen für die Verzweigung des Nerven der maassgebende ist, lösen sich die Stammfasern nach verschieden oft wiederholter, zwei-, drei- oder mehrfältiger Theilung, wobei sie sich an der Theilungsstelle beträchtlich verdünnen, und nach einem oft sehr complicirten Verlaufe in ihre Endäste auf.

Auf welche von beiden Weisen aber auch die Endfasern aus der Stammfaser ihren Ursprung nehmen mögen, sie sind stets vermöge ihres sehr viel geringeren Markgehaltes, von ganz anderem Ansehen, und sind sowohl hierin als auch in dem kaum das 3—4fache der Stammfaser erreichenden Dickendurchmesser untereinander im ganzen Muskel fast genau gleich.

Es wird wohl erlaubt sein, die an diesem Muskel gewonnenen Resultate auch ohne weiteres auf die anderen von Kühne benutzten Muskeln des Frosches zu übertragen.[1]) Es wird daher nothwendig, mit Rücksicht auf diese Daten, von deren Richtigkeit sich Jeder auf's Leichteste überzeugen kann, und die demnach als Ausgangspunkt genommen werden müssen, die Beschreibungen und Abbildungen, welche uns Kühne von den angeblichen Nervenendigungen und Nervenendknospen giebt, einer genaueren Prüfung zu unterziehen.

Zunächst fällt hier, wie schon erwähnt, die grosse Differenz der einzelnen vermeintlich in die Muskelfaser eintretenden Nerven in den verschiedenen Abbildungen auf. In den meisten Figuren sprechen die Breite der Nervenfaser überhaupt

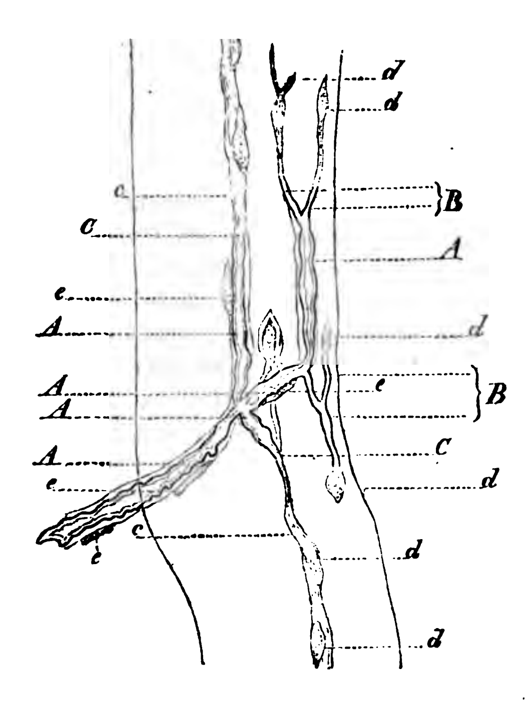
1) Soweit es die bei diesen Muskeln für die Untersuchung der Nervenverzweigung weit ungünstigeren Verhältnisse gestatten, habe ich mich übrigens wiederholt davon überzeugt, dass die Art und Weise der Nervenverästelung bei ihnen im Wesentlichen die gleiche ist.

sowie der ausserordentlich dick gezeichnete Cylinderaxis dafür, dass hier noch nicht das Ende der Nervenfaser vorliegt.

Bei verschiedenen Individuen variirt indessen die Nervenfaser je nach der Grösse des Individuums sehr, sowohl in Breite als in Markgehalt, und wird es hierdurch, sowie durch die kaum abzumessenden, möglicher Weise durch Präparation oder Druck des Präparates hervorgebrachten Veränderungen schwer, auf diese Merkmale allein ein Urtheil über die einzelne vorliegende Nervenfaser zu gründen.

Auf Taf. I, Fig. III. Kühne's finden wir eine Nervenfaser abgebildet, welche man ihrer Breite und ihrem Habitus nach für eine der sogenannten Stammfasern halten muss. Dieselbe theilt sich auf der Muskelfaser in drei ziemlich gleich starke Aeste, von dem Aussehen der breiten cerebrospinalen Nervenfaser. Der eine mittlere derselben theilt sich dichotomisch. Jede der beiden aus der Theilung hervorgegangenen Nervenfasern geht dann nach nochmaliger dichotomischer Theilung in zwei Fasern aus, welche sich von ersteren in Habitus und Breite sehr wesentlich unterscheiden, und als der eigentlichen Endverästelung angehörig, vielleicht auch für zwei Endfasern selbst mit Recht gehalten werden können. Jede dieser vier feinen Fasern geht dann, ohne sich in einen „intramusculären“ Cylinderaxis fortzusetzen, direct in eine Endknospe aus.

Wir haben hier in diesen feinen Aesten das Maass für die endliche Breite und Markhaltigkeit der dem Präparat, welchem Fig. III. entnommen ist, zukommenden Nervenverästelung. Wie stimmt es nun hiermit überein, dass Kühne die beiden anderen, aus jener ersten trichotomischen Theilung hervorgehenden mehrfach breiteren und stark markhaltigen, den Habitus der ächten cerebro-spinalen Fasern zeigenden Nervenfasern nach kurzem Verlaufe in jene als Endorgan angesehene Fortsetzung mit anhängenden Nervenendknospen übergehen lässt, da es, wie schon erwähnt, feststeht, dass in demselben Muskel alle Endäste des zugehörigen Nerven fast genau von derselben Breite, von derselben im Verhältniss zur Stammfaser sehr geringen Markhaltigkeit sind?



Verzweigung einer Nervenfaser auf und Endigung derselben in der Muskelfaser. Im Wesentlichen genaue Copie von Kühne Taf. I. Fig. III. Querstreifung der Muskelfaser, Muskelkerne und was sonst in Kühne's Zeichnung nur auf die Structur der Muskelfaser Bezug hat, ist in der Copie fortgeblieben.

c „intramusculärer" Cylinderaxis (nach Kühne).
d Nervenendknospen (nach Kühne).
e Kerne der Schwann'schen Scheide (nach Kühne).
A breite Nervenfasern (mit dem Charakter der cerebro spinalen Faser).
B schmale Endfaser (mit dem Charakter der sympathischen Faser).
C vermeintlicher Uebergang einer cerebro-spinalen Faser in die intramusculäre Fortsetzung.

Wir haben hier in B ein Bild der Verdünnung, welche die dem vorgelegenen Nervengeflechte zugehörigen Nervenfasern vor ihrer Endigung erreichen, wie ist es möglich, dass die Endigungen der dicken Fasern (A A) bei C C natürliche sind?

Es ist demnach evident, dass Kühne Dinge als Endorgane der motorischen Nervenfaser angesehen und beschrieben hat, welche es in der That nicht sind.

Es handelt sich nun noch darum, die Entstehung dieser Präparate, in welchen Kühne die Endorgane der motorischen Nervenfaser beschrieben hat, anzugeben. An den frisch oder nach Kühne's Macerationsmethoden isolirten Muskelfasern ist dies nicht leicht. Der für die Deutung des Einzelnen so wichtige Zusammenhang mit dem Ganzen ist hier nicht mehr zu übersehen, und die im Einzelnen vor sich gegangenen künstlichen Veränderungen sind daher schwierig zu controliren. Der bereits erwähnte auch von Kühne früher benutzte Brusthautmuskel des Frosches scheint ganz geeignet, uns auch im vorliegenden Falle Klarheit zu verschaffen. Es gelingt leicht, denselben durch Anwendung verdünnter Kalilauge (KO + 9 HO) ausserordentlich durchsichtig zu machen und erhält man dann ein vollkommen deutliches Bild der Nervenverzweigung in diesem Muskel. Derartige Präparate liegen besonders der oben angegebenen Darstellung Reichert's zu Grunde. Von einem intramusculären Axencylinder oder Nervenendknospen ist in denselben nichts wahrzunehmen.

Behandelt man nun diesen Muskel einige (6—24) Stunden mit der von Kühne angewendeten ausserordentlich verdünnten Schwefelsäure ($^1/_{10}$ Gr. SO_3 auf 1 Litre HO), so wird der Muskel gleichfalls durchsichtig genug, um wenigstens für den grössten Theil eine genaue Durchmusterung zu gestatten. Wir können also dann erwarten, die vermeintlichen Endorgane Kühne's zu finden und über ihre Natur in's Klare zu kommen. Vergleicht man nun einen auf diese Weise behandelten Muskel mit einem durch Anwendung von Kalilauge durchsichtig gemachten, so sieht man, dass an den Nervenfasern des ersteren Präparates schon nach kurzer Einwirkung der verdünnten Säure beträchtliche Veränderungen eingetreten sind. Die

feinsten Nervenfasern zeigen sich zum Theil ganz zerstört, oder wenigstens ist das Mark in ihnen theils zu einem feinen granulirten Faden, theils zu den im Verlaufe desselben liegenden granulirt erscheinenden kernähnlichen Anschwellungen geronnen, während die gröberen Fasern ihr Ansehen ziemlich unverändert bewahrt haben.

Jenen feinen Strängen sieht man ausserdem seitlich kernartige Körperchen aufsitzen, welche dem die Nervenfaser begleitenden Neurilemm[1]) angehören. Die Nervenfaser mit diesen Anschwellungen gewährt so nicht selten ein dem Kühne'schen „intramusculären"-Axencylinder mit ansitzenden Nervenendknospen sehr ähnliches Bild.

Betrachtet man nun eine Stelle, wo sich eine noch wohl erhaltene dickere Nervenfaser in mehrere dünne Aeste theilt, so ist die Aehnlichkeit mit den von Kühne geschilderten und abgebildeten Nervenendorganen eine vollkommene. Die sich theilende doppeltcontourirte Nervenfaser setzt sich fort in mehrere blasse granulirte Fäden, auf welche man jedoch die Nervenscheide übergehen sieht, und welchen seitlich und im Verlaufe knospenartige Anschwellungen ganz in der von Kühne beschriebenen Art aufsitzen. Einige dieser Knospen erkennt man sogleich als dem den Nerv begleitenden Neurilemm angehörige „Kerne", andere dagegen unterscheiden sich von diesen sehr wesentlich durch ihr stark granuläres Aussehen.

Man entfernt nun von einem solchen Präparat die Säure durch Aufsaugen mit Fliesspapier und bringt, ohne das Deckglas abzuheben, Kalilauge auf dasselbe, so dass diese von den Rändern her allmählig auf den Muskel einwirkt.

Fasst man dann eine der oben beschriebenen Stellen in's Auge, während die Kalilauge auf das Präparat einzuwirken beginnt, so sieht man Folgendes: Der feine blasse Strang, so wie die in seinem Verlaufe liegenden granulären Anschwellungen verlieren ihr granulirtes Ansehen; die Anschwellungen schmelzen gewissermaassen ein und gehen unmittelbar in den sich verbreiternden Strang über. Hat man die Kalilauge einige

1) In der eigentlichen Primitivnervenscheide konnte ich "Kerne" nicht entdecken.

Zeit einwirken lassen, so erkennt man nun in dem vorliegenden Gebilde eine deutliche, oft doppeltcontourirte Nervenfaser, welche sich nicht selten über das vorher zu beobachtende Ende hinaus streckenweis fortsetzt und noch mehrfache Theilungen eingeht, ehe sie ihr, wie es scheint, natürliches Ende in der früher beschriebenen Art erreicht.

Lange darf man indessen die Einwirkung der Kalilauge nicht andauern lassen, da die Nervenfaser, nach der vorhergängigen Einwirkung der Säure, von derselben schnell angegriffen und bald ganz unsichtbar gemacht wird.

Es wird nach Vorliegendem erlaubt sein, diese den Kühne'schen Endorganen vollkommen gleichenden und nach der von diesem Forscher angegebenen Weise hergestellten eigenthümlichen Fortsetzungen der Nervenfaser als bedingt anzusehen: durch eine bei dieser Behandlung stattfindende Gerinnung des in dem Nervenrohre enthaltenen Markes.

Eine ausgiebige Quelle von Irrthümern ist ferner in dem bei Zerfaserung des Muskels nicht zu vermeidenden Austritte des Nervenmarkes gegeben. Wie vielfältig die Formen sind, welche dieses bei seinem Gerinnen annehmen kann, ist längst bekannt, die mannichfach gestalteten Formen des Gehirnmarkes geben davon das beste Zeugniss. So kommen denn auch bei vorliegenden Untersuchungen dem Beobachter oft Formen vor das Auge, welche, jenen Endknospen sehr ähnlich, sich dennoch nur als Markgerinnungen ausweisen. Nicht immer ist für diese der dicke dunkle glänzende Contour charakteristisch. Derselbe kann namentlich, wenn Säuren eingewirkt haben, vollkommen fehlen.

Auffällig ist es jedenfalls, dass Kühne weder jener in der Nervenfaser selbst stattfindenden Gerinnungsvorgänge, noch der letzteren auch dem Geübten oft schwer als solche zu erkennenden Kunstproducte bei der differentiellen Diagnose seiner Nervenendknospen mit einer Sylbe erwähnt.

Nicht lange Zeit nach der fraglichen Arbeit Kühne's erschien bereits eine vorläufige Mittheilung Kölliker's über die Kühne'schen vermeintlichen Endorgane der motorischen Ner-

venfaser. Ich glaubte, da ich mich aus den hierin gegebenen kurzen Bemerkungen nicht ganz vernehmen konnte, mich jedes Urtheils über dieselben enthalten zu müssen. Neuerdings nachdem dieser Aufsatz bereits längere Zeit zum Drucke eingereicht, gehen mir die „Untersuchungen über die letzten Endigungen der Nerven, von A. Kölliker, Leipzig 1862" zu. Nach meinem Dafürhalten gilt für die von letzterem Autor beschriebenen ausserhalb der Muskelfaser gelegenen „blassen Endfasern" dieselbe Erklärungsweise, welche ich für die vermeintliche „intramusculären" Axencylinder Kühne's gegeben. Auch Kölliker scheint mir die nicht unbedeutenden, auch durch schwache Säuren an den feineren Nervenfasern hervorgebrachten Veränderungen übersehen zu haben.

Ich kann auch Kölliker nicht beistimmen, wenn er Kühne die Entdeckung vindicirt, dass „die Nervenfasern überall in blasse, ebenfalls noch verzweigte feine Endäste auslaufen", und hierin einen bedeutenden Fortschritt gegenüber den früheren Beobachtungen sieht. Dass die Nervenfaser, auch die vermeintlich motorische, nicht bis an's Ende den Habitus der breiten, cerebro-spinalen Faser beibehält, war längst bekannt. Ich finde dies zuerst und am Klarsten ausgesprochen in der bereits mehrfach erwähnten Arbeit Reichert's über die Endigung der Nerven im Brusthautmuskel des Frosches.

Reichert unterscheidet, wie erwähnt, in dem Nervengeflecht dieses Muskels zwei Bezirke, den Bezirk der Stammfaserverästelung und den Bezirk der Endverästelung. Zwar findet auch in ersterem eine geringe Abnahme der ihn bildenden Nervenfaser an Dicke und Markhaltigkeit statt, jedoch bleibt hier der Habitus der Faser im wesentlichen unverändert der der breiten cerebrospinalen Nervenfaser. Plötzlich, indem sich entweder von der breiten cerebro-spinalen eine einzelne Faser seitlich abzweigt[1]) oder indem sich erstere in mehrere Aeste auflöst, erhalten diese ein ganz anderes Ansehen. Sowohl durch die verhältnissmässig sehr geringe Dicke, als auch durch ihren sehr geringen Markgehalt unterscheiden sie sich wesentlich von den cerebro-

1) Conf. oben S. 488.

spinalen Nervenfasern und zeigen den Habitus der zu jener Zeit sogenannten sympathischen schmalen Faser.

Auch diese blassen „sympathischen" Fasern Reichert's verzweigen sich noch wiederholt und bilden den Bezirk des Nervengeflechtes, welches Reichert den der Endverästelung nennt. Sie selbst behalten dann im Wesentlichen bis zur definitiven Endigung denselben Habitus bei. Sie bestehen in ihrem ganzen Verlaufe aus dem Cylinderaxis, der sehr dünnen, sich gegen das Ende zu noch mehr verdünnenden Markscheide und der Schwann'schen Nervenscheide, sind also der Beschreibung nach mit der von Kölliker als neu beschriebenen blassen Faser vollkommen identisch. Nie jedoch entsteht eine solche blasse Faser aus einer breiten cerebro-spinalen anders als durch Theilung oder Abzweigung. Ein Uebergang der letzteren in erstere im geraden Verlaufe ist auch mir nie vorgekommen, und in diesem Punkte eben scheint Kölliker die durch Druck, Zerrung, oder die Einwirkung der Säuren, welche gewöhnlich von den feinsten Endfasern beginnend, zu den gröberen Nervenfasern aufsteigt, hervorgebrachten Veränderungen übersehen zu haben. Die Axencylinder werden von diesen verdünnten Säuren allerdings nicht angegriffen; der Unterschied der „blassen Endfaser"[1]) von der Stammfaser beruht aber, auch nach Kölliker's eigener Angabe, nicht in diesem, sondern im Unterschiede des Markgehaltes, und auf das Mark üben jene verdünnten Säuren in der That eine beträchtliche und an der feineren Endfaser zuerst sich bemerkbar machende Einwirkung aus.

Die Kühne'schen Endknospen erklärt Kölliker für Zellenkerne. Gewiss sind damit jene kernartigen Körperchen gemeint, welche den im Bindegewebe als Bindegewebskörper beschriebenen vollkommen gleichen und deren Natur als Zellenkerne wohl noch keineswegs über jedem Zweifel erhaben ist. Dass solche kernartigen Körperchen im Verlaufe auch der feineren Nervenfasern sich finden, ist nicht zu läugnen. Doch muss ich hinzufügen, dass ich dieselben hier nicht in so gros-

1) Kölliker l. c. S. 5.

ser Anzahl und Regelmässigkeit, wie sie Kölliker abbildet, gesehen habe. Ausserdem scheint es mir noch keineswegs erwiesen, dass dieselben hier der Schwann'schen Scheide und nicht dem begleitenden neurilemmatischen Bindegewebe angehören. Wo es gelingt, durch Zerfaserung eines Nerven, z. B. des für den Brusthautmuskel des Frosches bestimmten, eine isolirte Nervenfaser zur Beobachtung zu bekommen, sind solche kernartigen Körper in der Schwann'schen Scheide nicht wahrzunehmen.

Eine jener eigenthümlichen Nervenknospen, welche sich nach Kölliker (l. c. S. 15) während des Februar und März im Brusthautmuskel des Frosches finden und zum Wachsthum des Muskels Bezug haben sollen, ist mir im Verlauf meiner Untersuchungen, welche Mitte März begannen, nicht vorgekommen.

Ein Wort über die Zellenbildung in der Cicatricula des Vogeleies.

Von

C. Bergmann.

Als ich vor 17 Jahren zuerst die Zellentheilung im Keime des Vogeleies sah, hatte sich mir die Gelegenheit dazu so unverhofft und leicht ergeben, dass ich wenig zweifelte, es würde mir, oder auch Anderen, die Vervollständigung der Beobachtung des Vorganges bald möglich werden. Dass die Beobachtung mir nicht ganz unerwartet kam, ist aus Müller's Archiv 1841, S. 101 zu erkennen. Darum gab ich nur ganz beiläufig (Müller's Archiv 1847, S. 38) eine Notiz von jenem Funde.

Diese scheint indess ganz ohne Folgen geblieben zu sein. Coste hat seitdem schöne Abbildungen des Spaltungsvorganges im Hühnerkeime geliefert und schon 1848 (wie ich nach

Remak citire) eine Mittheilung darüber gemacht. Diese ist mir nicht zu Gesichte gekommen; ich muss aber annehmen, dass meine Notiz auch von Coste nicht erwähnt worden ist, da mehrfach neuerdings von deutschen Schriftstellern Coste als Entdecker des Vorganges, ohne irgend eine Erwähnung meiner früheren Angabe, genannt worden ist.

Mein Wunsch, etwas mehr über die Sache mittheilen zu können, wurde neu angeregt durch Remak, welcher (Unters. über d. Entw. der Wirbelthiere, S. 28, Note) mich öffentlich dazu, gewissermaassen wie zur Erfüllung einer Zusage aufforderte. Ich habe mehrfach, und sogar durch Zeitungsaufforderungen, gesucht, mir die geeigneten Eier zu verschaffen. Leider ohne allen Erfolg.

Wenn ich nun dennoch glaube, jener ganz kurzen und so zu sagen körperlosen Notiz von 1847 noch jetzt ein Wort mit Nutzen nachsenden zu können, so ist es, weil ich glaube, das Sperlingsei im Gegensatze gegen das Hühnerei empfehlen zu müssen.

Nach den von Coste gegebenen Abbildungen scheint dieser den ganzen Vorgang nur bei auffallendem Lichte beobachtet zu haben. Auch ich habe mich mehrfach der Hühnereier aus dem Eileiter bedient. Ich habe mich stets bemüht, die Keimscheibe vom Dotter zu entfernen, um sie dann zu beobachten; dies hat mir aber eben bei den Hühnereiern immer nur höchst fragmentarische Erfolge geliefert; ebenso erging es mir neuerdings mit den Eiern von *Pelias berus*.

Beim Sperlingsei dagegen, dem Gegenstande meiner ältesten Beobachtung, gelang es, den Keim vom Dotter zu entfernen und so von vorn herein auch den Beweis zu gewinnen, dass es sich nicht bloss um eine oberflächliche Furchenbildung handle.

Uebrigens stand der Process bei jenem Sperlingseie auf einer Stufe zwischen Fig. 11 und 12 der Coste'schen Tafel. Es war also aus dem Bilde hinreichend zu erkennen, womit man zu thun hatte. In verschiedenen der Dotterabtheilungen zeigten sich durchlaufende dunkle Linien als unverkennbare Spuren beginnender weiterer Theilung.

Zur „secundären Modification".

Von

Dr. W. Wundt.

Meinen Bemerkungen in diesem Archiv (1861, S. 781) hat Herr Dr. Munk im ersten Hefte dieses Jahrgangs (1862, S. 145) eine Erwiederung folgen lassen. Der Ton, welchen sich Herr Munk in diesem Schriftstück beigehen lässt, verdient keine Antwort. Den darin enthaltenen Entstellungen gegenüber genügt die einfache Darlegung der Thatsachen.

Herr Munk hat in seinem Aufsatz mir vorgeworfen, dass in den von mir mitgetheilten Beobachtungen über secundäre Modification kein Beweis enthalten sei für das wirkliche Bedingtsein der beobachteten Zuckungszunahme durch die Einwirkung der Inductionsströme.

Auf diesen Angriff habe ich erwiedert, dass ich in meiner Mittheilung über secundäre Modification nur die Thatsachen berichtete, mir aber die Veröffentlichung der experimentellen Beweise für eine spätere ausführliche Bearbeitung vorbehalten habe, und dass aus diesen Beweisen die Abhängigkeit der Zuckungszunahme von den Inductionsschlägen allerdings gefolgert werden müsse. Zugleich habe ich aber darauf aufmerksam gemacht, dass in den ausführlich mitgetheilten Versuchen des Herrn Munk selbst kein Beweis für eine von den Inductionsschlägen unabhängige Zuckungszunahme enthalten sei, wie derselbe behauptet hatte, da die ganze Beweisführung zusammenfalle, sobald nachgewiesen werden könne, dass ein frisch präparirter Muskel leichter durch Inductionsschläge modificirbar sei, als ein absterbender.

Hiergegen hat Herr Munk erwiedert:

1) Meine Mittheilung müsse allerdings als eine nach meiner Absicht abschliessende Untersuchung betrachtet werden, weil ich nicht blos die beobachteten Thatsachen, sondern auch die aus den Beobachtungen gezogenen Schlüsse veröffentlicht habe.

2) Durch seine (Munk's) Einwände sei ich nun zu einer nachträglichen Beweisführung für die Existenz der Modification veranlasst worden, was er mit Vergnügen constatire.

3) Der von mir vorgebrachte Einwand gegen die Beweis-

kraft seiner eigenen Versuche sei irrelevant, weil „die exacte Untersuchung wohl jeden, auch nur im Entferntesten einer Begründung fähigen Einwurf in Rechnung ziehen muss, ganz willkürliche und durchaus unbegründete Einwürfe aber zu vernachlässigen hat.“

Auf diese drei Punkte habe ich Folgendes zu antworten:

1) Ich habe in meiner Bemerkung die Thatsachen den Beweisen, niemals die Thatsachen den Schlüssen entgegengestellt. Wo ich das Wort „Modification“ gebraucht habe, da steht es einfach, um die Thatsache auszusprechen, die dieses Wort im physiologischen Sprachgebrauch ausdrückt, die Thatsache der Veränderung der Zuckungshöhe durch den Einfluss elektrischer Ströme. Will Herr Munk Thatsachen, die durch Schlüsse festgestellt sind, nicht als Thatsachen gelten lassen, so ist dies eine Logik, über die ich nichts zu sagen brauche.

2) Wenn Herr Munk mir insinuirt, dass ich, erst durch seine Einwände veranlasst, experimentelle Beweise für die secundäre Modification aufgesucht habe, so ist das eine Behauptung, zu deren Ausspruch ihn nichts berechtigt. Das Einzige, was mir bei der Abfassung meiner Bemerkung vorlag, waren meine früheren Beobachtungen (aus dem Jahre 1859) von denen ich unten einige folgen lasse.

3) Darauf, dass der von mir gegen Munk's eigene Beweisführung vorgebrachte Einwurf ganz willkürlich und unbegründet sei, habe ich blos zu bemerken, dass ich eine Reihe von Thatsachen mittheilen werde, welche die Vermuthung, auf die jener Einwurf sich stützt, direct bewahrheiten. —

Zunächst wende ich mich zu den experimentellen Beweisen für die secundäre Modification. Meine Versuche hierüber sind im Frühjahr 1859 angestellt. Dieselben enthalten nichts als den qualitativen Nachweis der Erregbarkeitszunahme durch Inductionsschläge. Ich hatte beabsichtigt, diese Versuche später in quantitativer Richtung noch zu vervollständigen und in einer das Gesammtgebiet der Modificationen umfassenden Bearbeitung zu veröffentlichen[1]), Herr Munk nöthigt mich, dieser Veröffentlichung vorzugreifen. — Die Versuche zerfallen in Versuche über absteigende und in solche über aufsteigende Modification. Die absteigenden Inductionsschläge sind im Ganzen viel wirksamer, man erhält durch dieselben in kurzer Zeit eine sehr bedeutende Erregbarkeitszunahme für die absteigende Stromesrichtung, während die Erregbarkeit in aufsteigender Richtung sich gleichzeitig meistens nicht verändert oder abgenommen hat. Ich wähle jedoch einige Beispiele von aufsteigender Modification, da in denselben gerade eine

1) In dem von mir für G. Karsten's allgemeine Encyklopädie der Physik übernommenen Lehrbuch der Elektrophysiologie.

Thatsache, auf die von Herrn Munk ein besonderes Gewicht gelegt wurde, sehr deutlich zum Vorschein kommt. Zum Verständniss der folgenden Tabellen bemerke ich noch, dass der Ausdruck „Modification" immer die Behandlung mit rasch aufeinander folgenden Schliessungs-Inductionsschlägen bedeutet. Wo keine andere Angabe gemacht ist, da sind sich die Erregungspausen stets in Zwischenräumen von 1,5 Secunden gefolgt, und ist die Dauer der ganzen Modification jedesmal 1 Minute. Die Zuckungen, die im Lauf einer Modification geschehen, wurden immer bei unverändert bleibender Stellung des Rotationscylinders aufgezeichnet, so dass immer nur die höchste während der Dauer der Modification eingetretene Zuckung gemessen werden konnte.

Versuch I.

Aufeinander folgende Prüfungen in Zwischenräumen von ungefähr 8 Secunden:

Aufst. 3
Abst. 0
Aufst. 4,5
5
6,25
5,75

Modification 1 Min. lang in Zwischenräumen von 1,5 Secund.
Höchste Zuckung während derselben 7,5.
Unmittelbar nachher: Aufst. 6, Abst. 0.
Modification: höchste Zuckung 7.
Nachher: Aufst. 6, Abst. 0.
Modif.: höchste Zuckung 7,5; nachher: Aufst. 7, Abst. 0.
Modif.: höchste Zuckung 7; nachher: Aufst. 6, Abst. 0.
Nach einiger Zeit: Aufst. 5, Abst. 0.
Modif.: höchste Zuckung 5,5; nachher: Aufst. 5,5, Abst. 3.

Versuch II.

Aufst. 2, Abst. 0.

Modif.: höchste Zuckung	4;	nachher: Aufst. 4,	Abst. 0.
	4,5	3,5	3
	2,5	2,5	2,5
	2,5	2	2,5

Verstärkung der Inductionsschläge: Aufst. 3, Abst. 2.
Modif.: höchste Zuckung 3; nachher: Aufst. 1, Abst. 2.
Weitere Verstärkung: Aufst. 2, Abst. 4.
Modif.: höchste Zuckung 4,5; nachher Aufst. 4, Abst. 4.
Modif.: höchste Zuckung 4; nachher Aufst. 2,5, Abst. 2.
Nach einiger Ruhe: Aufst. 3.
Modif.: höchste Zuckung 3; nachher: Aufst. 2, Abst. 2.
Nach einiger Ruhe: Aufst. 3.

Modif.: höchste Zuckung 3; nachher: Aufst. 2, Abst. 2.
Verstärkung der Inductionsschläge: Aufst. 2,5, Abst. 1,5.
Modif.: höchste Zuckung 2; nachher Aufst. 1, Abst. 0.

Versuch III.

Aufst. 3, Abst. 0.
Modif.: höchste Zuckung 3,5; nachher: Aufst. 2,5, Abst. 0.
3,5 1 0
2 0 0
Verstärkung der Inductionsschläge: Aufst. 5, Abst. 5.
Modif.: höchste Zuckung 5; nachher: Aufst. 5, Abst. 5.
5 5 5
6
Nach einiger Zeit: Aufst. 3, Abst. 5.
Modif.: höchste Zuckung 5; nachher: Aufst. 5, Abst. 5.
Nach einiger Zeit: Aufst. 3, Abst. 4.
Modif.: höchste Zuckung 4,5; nachher Aufst. 4, Abst. 4.

Versuch IV.

Aufst. 2.
Modif.: höchste Zuckung 5; nachher: Aufst. 3.
5 3
3 3
Prüfung in Pausen von 8 Secunden: Aufst. 3,5.
3
4
Modif.: höchste Zuckung 4; nachher: Aufst. 4
4,5 4, Abst. 0.
Nach einiger Zeit: Aufst. 1,5.
Modif.: höchste Zuckung 5; nachher: Aufst. 3, Abst. 2.
Modification durch absteigende Inductionsschläge.
Modif.: höchste Zuckung 7; nachher: Abst. 4, Aufst. 5,5.
Modification durch aufsteigende Inductionsschläge.
Modif.: höchste Zuckung 6,5; nachher: Aufst. 4,5 Abst. 3.
Modif. durch absteigende Schläge: höchste Zuckung 3,5;
nachher: Abst. 2, Aufst. 3.

Aus diesen Versuchen geht mit voller Evidenz hervor, dass man, nachdem die Zuckungshöhe bereits beträchtlich abgenommen hat, durch Einwirkung schnell aufeinander folgender Inductionsschläge noch eine Zunahme derselben zu bewirken vermag. Dabei zeigt sich aber allerdings, dass, auch wenn man in grösseren Pausen reizt, kurze Zeit nach der Präparation eine Zuckungszunahme zu beobachten ist. Es schien mir nach meinen Versuchen wahrscheinlich, dass diese anfängliche Zuckungszunahme in grösseren Erregungspausen

nicht durch die Modification bedingt sei, sondern mit dem Absterben von dem centralen Ende des Nerven aus zusammenhänge, und ich sprach dies in meiner Mittheilung aus.[1]) Doch erlaubte ich mir kein bestimmtes Urtheil hierüber, weil aus den Versuchen weiterhin hervorging, dass die Fähigkeit, modificirt zu werden, bei dem frischen Nerven viel bedeutender ist, als bei demjenigen, der schon vor längerer Zeit präparirt wurde. Es blieb also immerhin noch für die Vermuthung Raum, dass der frische Nerv auch eine länger andauernde Modificationswirkung habe und darum in grösseren Erregungspausen modificirbar sei. Diese Vermuthung, die sich somit auf positive Thatsachen stützte, nennt nun Herr Munk „ganz willkürlich und durchaus unbegründet"; er zieht vielmehr aus der Thatsache, dass alte Präparate in Pausen von 15 Secunden keine Zunahme des Zuckungsmaximum zeigen, „mit einer Herrn Wundt freilich fremden Genauigkeit" den Schluss, dass bei neuen Präparaten, wo diese Zunahme vorhanden ist, „das Erregungsmaximum keinesfalls in Folge der Modification erhöht ist."

Warum aber Herr Munk jene Vermuthung für „ganz willkürlich und durchaus unbegründet" hält, darüber giebt er folgenden Aufschluss. Er meint: erstens beweise der Umstand, dass der Temperaturunterschied auf die Geschwindigkeit mit der das Zuckungsmaximum ansteige und wieder sinke, von Einfluss sei, „auf das Trefflichste" die Richtigkeit seines Schlusses, das Ansteigen des Zuckungsmaximum sei unabhängig von den einwirkenden Reizen; und zweitens lasse sich gegen meine Annahme geltend machen, „dass die Ermüdung, die ebenso wie die Modification eine Folge der Erregung ist und unzweifelhaft in sehr inniger, wenn auch bisher noch nicht genügend aufgeklärter Beziehung zur Modification steht, unter sonst gleichen Umständen desto rascher abnimmt, je frischer der Nerv ist."

Diese Beweisgründe sind in der That äusserst merkwürdige Exempel von experimenteller Logik. Der erste Schluss sagt geradezu: weil die Temperatur auf die Zuckungszunahme von Einfluss ist, deshalb ist sie die Ursache derselben. Es ist Herrn Munk vielleicht bekannt, dass die Temperatur auch auf die Dauer und den Verlauf der Zuckung von Einfluss ist? Wird nun Jemand behaupten: weil bei gewissen Temperaturen ein sonst wirksamer Reiz nicht mehr Zuckung hervorruft, deshalb ist die Temperatur und nicht der elektrische Schlag der Zuckungsreiz? — Noch viel naïver ist der zweite Schluss: weil die Ermüdung, die auch von der Erregung abhängt, um so rascher abnimmt, je frischer der Nerv ist, deshalb muss die Modification gleichfalls um so rascher abnehmen, je frischer der Nerv ist. Wenn sich Herr Munk ein wenig mit den Re-

1) Dieses Archiv 1859, S. 547.

gern der inductiven Logik vertraut gemacht hätte, so wüsste er vielleicht, dass zu einem und demselben Antecedens die allerverschiedensten Consequenzen gehören können, und dass es ein Fehlschluss der gröbsten Art ist, wenn man die Gleichförmigkeit zwischen der einen Folge und dem Antecedens überträgt auf die Gleichförmigkeit zwischen der anderen Folge und dem Antecedens. Zwischen der secundären Modification und der Ermüdung besteht, abgesehen davon, dass beide durch elektrische Ströme hervorgerufen werden können, auch nicht der Schatten einer Analogie, der von der einen auf die andere zu schliessen erlaubte: jene ist eine Zunahme, diese eine Abnahme der Erregbarkeit, bei jener wird zunächst und vorwiegend nur die Erregbarkeit für die Richtung der modificirenden Ströme verändert, diese ist für beide Stromesrichtungen gleichzeitig vorhanden, jene lässt sich unter gewissen Umständen gar nicht nachweisen, unter welchen diese gerade besonders stark ist u. s. w.

Die Parallele zwischen Ermüdung und Modification ist aber mehr noch als das Muster einer schlechten Analogie, sie ist das Muster einer schlechten Beweisführung: es würde nämlich diese Analogie, wenn sie überhaupt statthaft wäre, genau das Gegentheil von dem beweisen, was sie beweisen soll. Die Ermüdung, die ein elektrischer Reiz von einer bestimmten Stärke hervorruft, ist um so grösser, je mehr die Leistungsfähigkeit schon geschwunden ist. Wächst nun etwa auch die Modification, die ein elektrischer Strom von bestimmter Stärke hervorruft, mit dem Schwinden der Leistungsfähigkeit? Es gehört zu den primitivsten Kenntnissen der Nervenphysiologie, dass die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven und ihre Reizbarkeit nach dem Tode allmählig verloren gehen, und dass die Fähigkeit der Modification zwar noch etwas länger als die letztere anhält (daher man nach einiger Zeit die erloschene Reizbarkeit sogar durch Modification wieder erwecken kann), dass aber auch der Modificationswirkung eine gewisse Grenze gesetzt ist, über die hinaus der Nerv in einen gewöhnlichen feuchten Leiter verwandelt ist. Wenn also wirklich Ermüdung und Modification sich analog verhalten, so wird auch die Modification sich um so langsamer ausgleichen, je grösser sie ist und je rascher sie eintrat, d. h. je leistungsfähiger der Nerv ist. In der That machen alle über die Modification bekannten Thatsachen die Annahme, dass mit dem Absterben die Fähigkeit der Modification und ihre Dauer allmählig schwinden, wahrscheinlicher als die entgegengesetzte. Geradezu bewiesen würde aber diese Annahme sein, wenn die Analogie, die Herr Munk mit glücklichem Griff gegen sie in's Feld führt, nicht überhaupt zu schlecht wäre, um einen Werth zu haben.

Nach meiner Ansicht sind jedoch weder Deductionen a priori noch kühne Analogieen im Stande, über eine derartige

Frage zu entscheiden, sondern die einzige Instanz bleibt hier wie überall die Beobachtung. Herrn Munk hätte es obgelegen, für die Richtigkeit seiner Schlüsse die experimentellen Beweise zu führen. Da er uns lieber statt dessen mit den Producten seiner confusen Logik beschenkt hat, so bleibt mir noch die Aufgabe übrig, für den gegen die Munk'sche Beweisführung erhobenen Einwand einige weitere experimentelle Anhaltspunkte hier beizufügen. Die Versuche, die ich mittheilen werde, reichen gerade hin, um den Beweis zu liefern, auf den es uns hier ankommt: den Beweis, dass in Erregungspausen, in welchen der frische Nerv sehr deutlich die positive Modification zeigte, diese beim absterbenden entweder nicht vorhanden oder viel schwächer ist. Sämmtliche Versuche sind mit absteigenden Schliessungs-Inductionsschlägen und bei einer Zimmertemperatur von 12—14° R. angestellt.

Versuch V.
(Unmittelbar nach der Tödtung.)

Prüfung in Pausen von ½ Min.: 5 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 3,5 — 3,5 — 3,5 — 3,5 — 3,5 — 3,75 — 3,5 — 3 — 2,5.

Modification: Erregungspausen 3 Sec., 1 Min. lang, höchste Zuckung während der Modif. 3. Nachher in Pausen von ½ Min.: 2 — 2.

Modification: Erregungspausen 3 Sec., 1 Min. lang, höchste Zuckung 5. Dann schnell nach einander: 5 — 3, 5 — 2. Dann allmählige Zuckungsabnahme, Inductionsschläge bewirken keine Zuckungszunahme mehr.

Versuch VI.
(1 Stunde nach der Tödtung.)

Prüfung in Pausen von 1 Min.: 3,75 — 3,5 — 3 — 2,75.

Modif.: Erregungspausen 1,5 Sec., 1 Min. lang, höchste Zuck. 3,5
3
2,5

Verstärkung des Stromes. Zuckung 3,5.

Modif.: Erregungspausen 1,5 Sec., 1 Min. lang, höchste Zuck. 3
2,5
2,5
2
1

Aufhören der Erregbarkeit. Inductionsschläge wirkungslos.

Versuch VII.
(Unmittelbar nach der Tödtung.)

Prüfung in Pausen von 1 Min.: 3 — 2,5 — 2 — 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2 — 1,75 — 1,75 — 1,5.

Modif.: Erregungspausen 1,5 Sec., 1 Min. lang, höchste Zuck. 2, dann 1.
höchste Zuck. 2,5, dann 1,5.

Nach einiger Zeit: Zuckung 0,5.

Modif.: Erregungspausen 1,5 Sec., 1 Min. lang, höchste Zuck. 1,5, dann 1,5.

Versuch VIII.

(Unmittelbar nach der Tödtung.)

Prüfung in Pausen von 1/2 Min.: 2,5 — 2,5 — 2,5 — 3,5 — 4 — 4 — 4 — 3,5 — 3,5 — 3,5.

Prüfung in Pausen von 1/4 Min.: 3,5 — 3,5 — 3,5 — 3,5 3,3 — 3 — 3 — 2,75 — 2,75 — 2,75 — 2,75 — 2,75 — 2,75 — 2,75 — 2,75 — 2,5 — 2,5 — 2 — 2 — 2 — 1,75 1,75 — 1,75 — 1,75 — 1,75 — 1,5 — 1,5 — 1,5 — 1,5 1,5 - 1,5 — 1,5 — 1,5 — 1,5 — 1,5. — 1 Min. Pause, dann wieder in Pausen von 1/4 Min.: 1 — 1 — 1 — 1 — 1 1 — 1 — 1 — 1 — 1. — Modification vollkommen wirkungslos.

Versuch IX.

(Unmittelbar nach der Tödtung.)

Prüfung in Pausen von 4 Sec.: 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 4 — 3 — 3.

Prüfung in Pausen von 5 Sec.: 3 — 3 — 3,5 — 3 — 3 — 3 — 3 — 4 — 3,5 — 4 — 3.

Prüfung in Pausen von 1 Min.: 3 — 2,5 — 2,5.

Prüfung in Pausen von 5 Sec.: 2,5 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4 — 2 — 3 — 2 — 3,5 — 3,5 — 4 (Tetanus).

Prüfung in Pausen von 1 Min.: 4 (Tet.) — 2 (Zuckung) — 2 — 2 — 2.

Prüfung in Pausen von 1/2 Min.: 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2.

Prüfung in Pausen von 1 Min.: 2 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1.

Modification mit Inductionsschlägen von 1,5—5 Sec. wirkungslos.

Versuch X.

(Unmittelbar nach der Tödtung.)

Prüfung in Pausen von 1/2 Min.: 3 — 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2,5.

Prüfung in Pausen von 1/4 Min.: 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2,5 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3.

Prüfung in Pausen von 1 Min.: 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2,5 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2.

Modif.: Erregungspausen 1,5 Sec., 1/2 Min. lang. Im Anfang

der Modificat. Zuckungszunahme bis 2,5, dann Zuckungsabnahme bis 1.

Wiederholung der Modification. Im Anfang Zuckungszunahme bis 1,5, dann Abnahme bis 0,5. Hierauf bleiben die Inductionsschläge wirkungslos.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich mit Bestimmtheit, dass die Fähigkeit zur secundären Modification allmählig abnimmt mit der Leistungsfähigkeit. Wenn man ferner erwägt, in welcher Weise diese Versuche angestellt wurden, so muss es ausserdem als nicht unwahrscheinlich betrachtet werden, dass die Nachwirkung der Inductionsschläge allmählig auch an Dauer abnimmt. Die Versuche sind nämlich im Allgemeinen so angeordnet, dass die Modificationswirkung durch die rasch aufeinander folgenden Inductionsschläge sich allmählig anhäuft, daher die Zuckung fortwährend wächst. Beim absterbenden Nerven wächst nun nicht blos die Zuckung zu einer viel geringeren Höhe, sondern sie nimmt auch sehr bald wieder ab, so dass z. B., wenn man den Nerven 1 Minute lang mit Inductionsschlägen von 1,5 Secunden Pause behandelt, in der ersten Hälfte der Minute die Zuckung zu-, in der zweiten abnimmt. Man kann danach vermuthen, dass dort noch die Modificationswirkung sich anhäuft, d. h. länger als 1,5 Secunden dauert, während sie hier nicht mehr sich anhäuft, d. h. eine kürzere Dauer als 1,5 Secunden hat. Dabei muss nochmals hervorgehoben werden, dass bei dieser Vergleichung vor einer von den Inductionsschlägen unabhängigen Zuckungszunahme immer dadurch Sicherheit gewonnen ist, dass schon die erste Modification in eine Zeit fällt, wo die Zuckungen bereits angefangen hatten an Grösse abzunehmen (vergl. bes. Versuch VI, IX. und X.). Es lässen sich noch andere Anhaltspunkte aus den Versuchen für die gleiche Vermuthung entnehmen. Aus dem Versuche X. z. B. lässt sich sehen, dass bei ziemlich leistungsfähigen Nerven Inductionsschläge von $^1/_4$ Minute Pause noch Zuckungszunahme bewirken, während später solche von grösseren und von kleineren Pausen wirkungslos bleiben.

Trotz all' diesen Beweisgründen will ich nicht behaupten, dass in den vorliegenden Versuchen ein hinreichend exacter Beweis geliefert sei, um die Thatsache, dass im frischen Nerven die Modification länger andauert als im absterbenden, sicher zu stellen, aber die Vermuthung dieser Thatsache und der Einwand, dass Schlüsse, die sich ausdrücklich auf ihre Nichtberücksichtigung gründen, haltlos seien, ist wenigstens vollkommen gerechtfertigt, und ein weiterer Beweis liegt ausserhalb meiner Aufgabe. Ich begnüge mich gezeigt zu haben, dass die ganze Schlussfolgerung des Herrn Munk zusam-

menfällt, da sie auf einer Annahme beruht, die nicht bewiesen und nicht einmal wahrscheinlich ist. Seine Versuche beweisen nicht mehr als die auch vorher schon bekannte Thatsache, dass bei leistungsfähigen Präparaten im Anfang der Reizversuche die Erregbarkeit zu steigen pflegt, dafür aber, dass die Erregbarkeit sich unabhängig von den Reizen vergrössert, ist der Beweis noch zu liefern.

Hiermit betrachte ich den Streit zwischen Herrn Munk und mir als abgethan. Manches Einzelne in seinem Artikel, das nicht zur Sache gehört und auf leeres Wortgefecht hinausläuft, lasse ich unberücksichtigt. Noch weniger brauche ich über die „möglichste Exactheit und gewissenhafte Sorgfalt", die mein Gegner sich nachrühmt, ein Wort zu verlieren. Wer wird so grausam sein, dieses süsse und höchst unschuldige Glück der Selbstberäucherung zu stören? Wie schön ist es, sich in den Mantel des exacten Forschers zu hüllen, der ein weiter Mantel ist, und wie viel imponirender sind grossartige Redensarten als eingehende Beweise, abgesehen davon, dass sie bequemer sind!

Notiz über neue Inductionsapparate.

Herr Mechanikus L. Zimmermann in Heidelberg verfertigt Schlitten-Inductionsapparate nach du Bois-Reymond, an welchen eine Vorrichtung angebracht ist, mittelst deren sich die Zahl der erzeugten Inductionsschläge von 3 in der Secunde bis zu 700 abstufen lässt. Auf Verlangen wird demselben auch die Einrichtung von Helmholtz zur Abblendung der Oeffnungsschläge beigegeben. Ich habe mich von der Vorzüglichkeit der genannten Instrumente überzeugt und kann dieselben für physiologische und ärztliche Zwecke bestens empfehlen.

Heidelberg, 8. Mai 1862. Dr. W. Wundt.

Die Endigungsweise der Gehörnerven im Labyrinthe der Knochenfische.

Von

Dr. Robert Hartmann.

(Hierzu Taf. XII. u. XIII.)

Die Frage vom Verhalten der Nervenendäste in den Sinneswerkzeugen nimmt seit Jahren die Thätigkeit der Morphologen auf das Lebhafteste in Anspruch. In neueren Zeiten hat man, von verschiedenen Seiten her, diese Sache durch Annahme directer Uebergänge der feinsten Nervenendfasern in die Epithelialzellen der Schleimhäute, bei Geruchs- und Geschmackswerkzeugen, sowie in diejenigen der Gehörlabyrinthe, zu erledigen geglaubt. Von dem Wunsche beseelt, „einem dringenden physiologischen Bedürfnisse abzuhelfen", ist es vor Allen Prof. M. Schultze gewesen, welcher, nach voraufgegangenen Untersuchungen A. Ecker's über Geruchsnerven, H. Reich's über Gehörnerven, dem berührten Gegenstande lange fortgesetzte Untersuchungen gewidmet, dann durch Arbeiten einiger Schüler unterstützt, den vermeintlichen Uebergang von Nervenendigungen in die Epithelialgebilde der Sinneswerkzeuge als anscheinend vollendete Thatsache vorgelegt hat. Freilich fehlte es von Hause aus nicht an Solchen, welche, diesen Bestrebungen mit Misstrauen entgegentretend, dem unendlich schwierig zu enthüllenden Gegenstande andere Deutungen unterzulegen, durch die Ergebnisse ihrer Beobachtungen gedrängt wurden. Man würdige nur die innerhalb der letzten fünf Jahre erschienenen Arbeiten über den feineren Bau der Sinnesorgane einer Durchsicht! — Noch jüngst hat sich eine wissenschaftliche Autorität gegen die Uebergänge von Fortsätzen der Epithelialzellen der Schleimhäute in wesenhafte Gebilde, namentlich in Muskelbündel und Nervenfasern ausgesprochen, eine Autorität, welcher man auf morphologischem Gebiete mit Recht grosse Bedeutung zuerkennt.[1])

Das Verhalten der Nervenendäste in den Sinneswerkzeugen, ein für die Physiologie sowohl, wie für die Morphologie hoch-

---

1) J. Henle: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. 2. Bd., 1. Lief. Braunschweig 1862. S. 45 Anm.

wichtiger Gegenstand, verdient ernste, unausgesetzte Prüfung. Hier darf kein blindgläubiges Vertrauen auf die Ansichten, die Darstellungen eines einzelnen Forschers und seiner Schüler geduldet werden, besonders nicht dann, wenn solche Darstellungen die Prätention in sich schliessen, den Postulaten dieser oder jener physiologischen Doctrin Genüge leisten zu wollen. Hier muss, von verschiedenster Seite her, treue Naturforschung sich des Gegenstandes zu bemeistern versuchen, hier muss kräftiges Wirken, unbeirrt durch Postulate, unbeirrt durch gerade herrschende Doctrinen, der Sache auf den Grund zu kommen trachten. Bemüht, derartige Gesichtspunkte festzuhalten, habe ich die Endigungsweise der Gehörnerven im Labyrinthe der Knochenfische sorgfältiger mikroskopischer Beobachtung unterzogen und übergebe den Fachgenossen hier in Kürze, was ich mit den mir zugänglichen Methoden und mit guten Instrumenten zu ergründen versucht. Die Gehörorgane der Fische sind neuerlich zu wiederholten Malen als diejenigen Stellen gepriesen worden, an welchen sich obige Fragen — wenn überhaupt — noch am ehesten würden entscheiden lassen. Ich habe diese Untersuchungen an Labyrinthen einiger Arten von Knochenfischen, wie des Hechtes, Barsches, Kaulbarsches, Sanders, der Quappe, des Welses, der Schleie, Blicke und noch etlicher anderer Cyprinoiden ausgeführt, habe die Organe sowohl frisch, in reinem Liquor cerebro-spinalis, als auch in von M. Schultze empfohlenen, in der That recht brauchbaren Lösungen von doppeltchromsaurem Kali (Gr. 4—6 auf 1 Unze Wasser, besonders der 4granigen), auf den Objectträger gebracht. Zur Freude und Beruhigung Derer, welche in der Hartnack'schen Immersions- (vulgo Stipp-) Linse die Ultima Ratio der Histologen erblicken, bemerke ich, dass auch ich mich einer solchen gar fleissig bedient, bis zu 1000facher Vergrösserung, ohne jedoch mit derselben im Wesentlichen mehr erreicht zu haben, als mit einem alten treuen Freunde, einem mittleren Schiek.

I. Die Nerven in der Crista acustica der Ampullen, vorzüglich des Hechtes.

Otolithensäcke, Ampullen und halbcirkelförmige Kanäle der von mir untersuchten Knochenfische bestehen aus zartem, wenig resistentem, namentlich im frischen Zustande sehr leicht zerreissbarem Knorpel, in dessen sehr undeutlich gestreifter Grundsubstanz rundliche, ovale, länglich-ovale, spindelförmige und nicht selten sternförmige Knorpelkörperchen eingelagert sind. Man darf dies Gewebe den hyalinen Knorpelsubstanzen einreihen, obwohl seine Grundmasse weniger fest ist, wie diejenige anderer hyaliner Knorpelgebilde und trotz matter Streifung der ersteren. An freien Flächen des Substrates macht sich eine homogene, nicht von Knorpelkörperchen durchsetzte

Grenzschichte — nicht Grenzlamelle — als lichter, glasheller Saum von messbarer Dicke (etwa $^1/_{400}$ Mm.) kenntlich. Derselbe tritt unter Einwirkung schwacher Säuren besonders deutlich zum Vorschein und besitzt zwar einige Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien, erleidet jedoch durch Behandlung mit scharfen Instrumenten, selbst schon durch Berührung mit Haarpinseln, leicht Verletzungen.

In Ampullen sowohl, wie Otolithensäcken, verdickt sich die knorpelige Wand, behufs Aufnahme der Endästchen des Nervus acusticus, zu Vorsprüngen, welche kammförmig in die Höhle der betreffenden Organe hineinragen. Jeder in den Ampullen quer von einer Wand zur anderen ziehende Knorpelvorsprung, die sogenannte Crista acustica, bildet eine ziemlich schmale Leiste, welche vermittelst wulstförmiger Verdickungen mit den Ampullen zusammenhängt (Fig. 5, 6).

Die Crista acustica ist auf ihrer Schneide — so wollen wir schlechtweg den freien, gewölbten Rand dieses Theiles nennen — mit einschichtigem Cylinderepithel bekleidet (Fig. 6). Die Cylinderzellen ruhen mit ihrem Basalende unmittelbar auf dem Bindegewebssubstrat, zeigen deutlichen Kern, und, am peripherischen Ende, den bekannten hyalinen Saum. Ueber die freie Fläche dieses Epithels sieht man viele, ziemlich lange, härchenartige Gebilde hinwegragen. Es bleibt schwierig, nachzuweisen, ob und wie? diese Härchen mit Cylinderzellen in Verbindung stehen; jedoch bin ich nach wiederholter Beobachtung zur Annahme gelangt, dass dem peripherischen Ende einzelner Zellen einzelne Haare aufsitzen. Letztere sind vergänglich, brechen leicht ab und scheinen ein nur sehr wenig verdicktes Basalende zu haben; birnförmige Auftreibungen der letzteren rühren ohne Zweifel von Quellung her.

Das Cylinderepithel der Crista-Schneide ist ziemlich scharf gegen die Plattenepithelien der Abhänge der Crista, der Innenfläche von Ampullen und halbcirkelförmigen Kanälen, abgesetzt. Engmaschige Capillarnetze durchziehen den Knorpel bis dicht unter die hyaline Grenzschicht.

Diejenigen Zweige des Acusticus, welche die Ampullen versorgen, treten als dicke Bündel von aussen her nach innen in die Crista hinein (Fig. 6).

Schultze behauptet: „es habe den Anschein, als wenn die Primitivfasern unter dem Epithel des Kammes der Crista scharf abgeschnitten endigten. Genauere Betrachtung bei stärkerer Vergrösserung lehre aber 1) dass die Nervenfasern, kurz ehe sie die Grenze des Bindegewebes erreichten, ihr Mark verlören und sich bis auf den Axencylinder verschmälerten, und 2) dass der Axencylinder die homogene, knorpelharte, gegen das Epithel scharf abgesetzte Bindegewebslage durchbreche, und nackt in den hier sehr dicken Epithelialbelag eindringe." [1])

1) Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth, von Prof. M. Schultze. Müller's Arch. 1858, S. 347.

Dagegen ist nun einzuwenden, dass 1) die markhaltigen Nervenprimitivfasern, indem sie in der Crista emporsteigen, hier allerdings stumpf zu endigen scheinen, jedoch, ehe sie die hyaline Grenzschicht des Knorpels (Bindegewebes) erreichen, nicht ihr Mark — wenigstens nicht alles Mark — verlieren; 2) dass die keineswegs allein auf Axencylinder reducirten Primitivfasern die (nicht knorpelharte) gegen das Epithel scharf (ja recht sehr scharf) abgesetzte Grenzschichte des Knorpels, in natürlicher Lagerung der unversehrten Theile, nicht durchbrechen, dass die Primitivfasern nicht nackt, als Axencylinder, in den dicken Epithelialbeleg der Crista eindringen. Da liegt die Differenz. Nun das Nähere:

So oft ich den freien Rand der Crista auf Längsansichten, besonders aber auf noch viel instructiveren Querschnitten, untersucht, so emsig ich meine Aufmerksamkeit auf diesen Rand gerichtet und wie vorurtheilsfrei ich auch die ganze Sachlage behandelt, so habe ich mich dennoch niemals vom Vorhandensein präformirter, die helle Grenzschicht des Crista-Knorpels durchsetzender und zur Aufnahme hindurchtretender Nervengebilde dienender Kanäle überzeugen können. Ich habe frische und in Kali bichr. 12, 24, 48 Stunden lang und länger aufbewahrte Präparate beobachtet, aber an unverletzten, weder einem Druck, noch sonstigen Manipulationen ausgesetzten Cristen nie und nimmermehr solche Kanäle gesehen, selbst nicht mit der — Immersionslinse. Um eine so grosse Anzahl von Epithelialelementen, wie an der Aussenfläche der Crista befindlich, mit Nerven zu versorgen, bedürfte es denn doch einer entsprechenden Zahl, die glashelle Grenzschicht der Crista durchbohrender Nervenprimitivfasern, deren Durchtrittskanäle sich in dem hyalinen Crista-Saume wohl kenntlich machen würden. Das ist jedoch nicht der Fall. Denn diese Grenzschichte des Crista-Knorpels ist im normalen Zustande, wie schon angegeben, homogen, ohne Kanäle, ohne Löcher. Was Schultze hier die Anwesenheit von Kanälen vorgespiegelt, — davon später. —

Wie verhalten sich denn nun die Nervenendigungen am Crista-Saume? Die Nerven dieses Vorsprunges bestehen aus Primitivfasern von grösserer und geringerer Dicke, sind mit einer sehr zarten, wenig deutlichen Bindegewebsscheide versehen und gehen in der Aussenwand der Ampulle in gröbere und feinere Faserbündel auseinander, welche alle dem freien Crista-Rande zustreben. Je näher dem letzteren, desto mehr breiten sich die Faserbündelchen aus. Diese aber verlaufen innerhalb des Crista-Knorpels in Höhlungen von verschiedener Weite, welche sich auf enge, für dünnste, aus je zwei, drei u. s. w. Fasern gebildete Bündelchen, sowie für einzelne Primitivfasern, bestimmte Kanäle reduciren. Solche Höhlungen werden durch Querschnitte leicht blossgelegt, wobei dann Spiegelungsphänomene der Höhlenwände die Anwesenheit von Ca-

vitäten verrathen, und zwar um so leichter dann, wenn diese Cavitäten etwas weit. Häufig trifft ein Querschnitt die zwischen den Höhlungen befindlichen Knorpelwände; in dergleichen Fällen sieht man dickere und dünnere Knorpelbrücken über die Primitivfaserbündel hinweggehen. Auch auf Horizontal- und Schrägschnitten der Crista gewinnt man Ansichten der zur Aufnahme von Primitivfasern dienenden Lücken.

Theilungen von Primitivfasern innerhalb der Crista schienen mir selten stattzufinden. Sie mögen wohl häufiger vorkommen, sich indessen bei der geringen Durchsichtigkeit der Präparate öfters den Augen des Beobachters entziehen. Nicht selten sieht man einzelne Primitivfasern, auch sehr dünne Bündel, aus einem dickeren Faserbündel in schräger Richtung in ein anderes hinübergehen; solche sich vereinzelnde Fasern oder Bündelchen laufen in eigenen Kanälen, von deren Anwesenheit ich mich bei Quer- und Schrägschnitten zu überzeugen vermocht. Niemals trifft man im Verlaufe der Primitivfasern, innerhalb der Crista, bipolare Ganglienzellen. Wo zufällig diese oder jene Primitivfaser eine, selbst mehrere Anschwellungen zeigt, wird man vergebens nach dem die Ganglienzelle auszeichnenden Kerne suchen. Man erkennt vielmehr die durch stellenweise künstliche Ausbuchtung der Markmasse hervorgerufene Entstehung solcher Anschwellungen, möge die Ausbuchtung nun durch Quetschung oder partielle Gerinnung der Markscheide erzeugt worden sein. Am deutlichsten gelangen künstliche Anschwellungen an mit einem Deckgläschen versehenen, frischen Präparaten zur Beobachtung, weniger gut aber an erhärteten Cristen.

Die Primitivfasern begeben sich mit unverändertem Durchmesser zum freien Rande, zur Schneide der Crista. An frischen und erhärteten Präparaten, deren Epithelialbeleg so vorsichtig wie möglich entfernt, und welche man, ohne Deckgläschen, einer stärkeren Vergrösserung aussetzt, bemerkt man, wie die Enden der Nervenfasern sich, conform der Wölbung an der freien Fläche der Crista, dicht unterhalb der homogenen Grenzschicht, von aussen nach innen einander entgegenbiegen. Bei Längsansichten gut erhärteter, mit einem Deckgläschen versehener Präparate gelingt es selbst zu sehen, wie die nur noch von wenig, scheinbar selbst auch von gar keinem Nervenmarke umgebenen Axencylinder dicht unterhalb des glashellen Grenzsaumes der Crista sich hinbiegen, wie je zwei Primitivfasern vermittelst eines kurzen, unmittelbar von jenem Grenzsaume bedeckten Bogenganges eines Axencylinders mit einander in Verbindung stehen. Auf Querschnitten der Crista sieht man das Gegeneinanderbiegen je zweier in grösserer und geringerer Entfernung von einander verlaufender Primitivfasern noch viel deutlicher. Ja, ich habe solche Präparate gehabt, in denen mir das Umbiegen einer Primitivfaser in die andere ganz unverkennbar schien. Noch

deutlichere Bilder von Umbiegungen erhielt ich, sobald ich den vermittelst eines Horizontalschnittes durch die Crista abgetragenen, freien Rand — die Schneide — der letzteren, von oben her bei starker Vergrösserung betrachtete und mit dem Deckgläschen drückend, mit demselben behutsam hin- und herschiebend, die gegen den glashellen Saum emporstrebenden, dann sich hart unterhalb desselben umbiegenden Primitivfasern bald im optischen Querschnitt, bald im optischen Schrägschnitt vor mir sah. Namentlich dann gelangten die je zwei und zwei Primitivfasern mit einander verbindenden Bogen der Axencylinder zur deutlicheren Ansicht. Diese Bogen sah ich übrigens, wenngleich seltener, auch an freiliegenden, nicht mit einem Deckglase tractirten Präparaten (Fig. 7, 8, 10).

An Cristen, welche auf die eine flache Seite gelegt worden, vermag man ohne jedwede Schwierigkeit, dicht unterhalb des glashellen Saumes, eine granulirte Schicht zu sehen. Sie erschien etwas deutlicher, unregelmässiger, grobkörniger in erhärteten, als in frischen Präparaten. Diese körnige Masse ist das geronnene Mark der gegen die Crista-Schneide emporsteigenden, und hier umbiegenden Nervenprimitivfasern. Man sieht sogar auf jeder Längsansicht einer Crista feine oder weitere, mit krümeliger Substanz erfüllte Lumina, die nichts Anderes als optische Querschnitte von im Crista-Knorpel verlaufenden Kanälen sind, innerhalb deren einzelne Primitivfasern, oder dünne Bündel derselben, verlaufen. Ja, zuweilen vermag man die von Primitivfasern erfüllten Kanäle kurze Strecken weit im optischen Längsschnitt und Schrägschnitt zu verfolgen, in welchen Fällen man in der das Kanallumen einnehmenden Markmasse, den mehr homogenen Strang des Cylinder-axis noch deutlich erkennt. — Optische Quer- und Schrägschnitte dieser Kanäle lassen sich ohne Mühe von denjenigen zahlreicher, den Crista-Knorpel in Form dichter Netze durchziehender, sich auch bis nahe unter den glashellen Saum erstreckender Capillaren unterscheiden. Letztere zeigen nämlich einen beträchtlicheren Durchmesser als selbst die weitesten der eben berührten Kanäle, zeigen auch in ihren, der Knorpelsubstanz dicht anliegenden Wänden die optischen Querschnitte und Längsschnitte länglich-ovaler Kerne. Durch zerfallene Blutkörperchen, welche stellenweise im Inneren der Gefässchen angehäuft sind, darf man sich natürlicherweise nicht täuschen lassen. Endlich kann man die scheinbaren Querschnitte der Capillaren in Verbindung mit unverkennbaren Capillarnetzen sehr leicht verfolgen, wie in Fig. 7, 8, 10 dargestellt worden.

Es ist mir sehr auffällig gewesen, dass die granulirte Schicht unterhalb des glashellen Crista-Saumes, deren Bedeutung wir nunmehr kennen gelernt, einem Forscher wie Schultze hat entgehen können, da dieselbe nach Entfernung des Epithels sich leicht der Beobachtung darbietet.

Was wird nun aus den Primitivfasern, nachdem sich die-

selben, dicht unterhalb des Saumes, umgebogen? — Bei häufig wiederholter Beobachtung frischer und erhärteter Präparate gewann ich die Ueberzeugung, dass jene, nachdem die Umbiegung stattgefunden, wieder in die Tiefe der Crista zurückkehren und zu den Stämmchen gehen, deren innerhalb des Crista-Knorpels sich ausbreitenden Fasern ihre aufsteigenden Schenkel angehören. Die zum Crista-Rand emporstrebenden Primitivfasern eines stärkeren Bündels begeben sich, nach stattgehabter Umbiegung, zuweilen in dasselbe Bündel wieder zurück. Einzelne aufsteigende Fasern eines schwächeren Bündelchens werden zu absteigenden Fasern eines benachbarten. — Ich entfernte von verschiedenen Cristen mit grössester Sorgfalt das Epithel, trug durch einen Horizontalschnitt die Kuppen der Kämme, die Schneiden, ab, legte diese auf die Schnittfläche und betrachtete sie, mit und ohne Deckgläschen, von obenher, mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen. Da sah ich die senkrecht gegen den glashellen Saum emporsteigenden, in bald mehr, bald minder reinem optischem Querschnitte erscheinenden Primitivfasern, nachdem sie sich umgebogen, wieder niedergehen, sah auch die absteigenden Schenkel im optischen Querschnitte.

An der Umbiegungsstelle schienen die Nervenfasern wenig Mark zu besitzen, zum grossen Theile auf ihre Axencylinder reducirt zu sein. Möglich, dass in jenen Gegenden wirklich die Markscheide dünner werde. Jedoch kann hier auch eine Täuschung obwalten, indem nämlich das Nervenmark, selbst wenn es an der Umbiegungsstelle dieselbe Dicke beibehält, wie an den auf- und niedersteigenden Theilen der Primitivfasern, in jener Region, in Folge eines Lichtreflexes an der freien Crista-Fläche, sich leichter der Beobachtung entziehen dürfte, als in denjenigen Theilen der Fasern, bei welchen optische Querschnitte eine deutliche Ansicht der Markmasse in ihrer vollen Stärke gewähren, nämlich an auf- und absteigenden Schenkeln. An solchen optischen Querschnitten der Primitivfasern erhärteter Präparate, erkennt man auch recht wohl, wie die im Inneren der Markscheide gelegenen Axencylinder in Zusammenhang mit dem sich umbiegenden Theile der Faser treten.

Also — die Primitivfasern biegen um. Wo sie dann weiter bleiben, weiss ich nicht. Die einzelnen Fasern in ihrem Verlaufe innerhalb der Gehörnervenstämmchen, von der Peripherie zum Centrum, zu verfolgen, dürfte vor der Hand nicht möglich sein. Dazu bedürfte es denn doch anderer Gesichtsfelder, als unsere dermaligen Mikroskope darbieten, anderer Methoden, als die zur Zeit üblichen.

Wir haben es, Obigem zufolge, in der Crista acustica der Knochenfische mit jener neuerdings so sehr verpönten Verhaltungsweise der Nervenprimitivfasern zu thun, mit S c h l i n g e n. Beinahe gehört Muth dazu, in unseren Tagen dies Gespenst,

welches so mancher Morpholog und Physiolog auf immer gebannt glaubte, auch für die Gehörwerkzeuge wieder heraufzubeschwören. Freilich befürworten Männer wie Kölliker und Gerlach entschieden die Existenz solcher Schlingen in mancherlei Organen und geben noch andere Forscher die Möglichkeit ihres Vorkommens zu. Und ich entscheide mich nach Dem, was ich so oft gesehen, für eine Schlingenbildung aufsteigender Nervenprimitivfasern dicht unterhalb des hyalinen Saumes des Crista-Knorpels. Nun ist es zwar schwierig, diese Schlingen recht deutlich zu sehen. Schwierig einmal deshalb, weil sich dieselben, mag sich ihre Markscheide nun wirklich oder scheinbar verdünnen, bei ihrem zur Längsaxe der Crista etwas schrägen Verlaufe nicht leicht in optischen Querschnitten oder Schrägschnitten zur Anschauung bringen lassen. Dennoch habe ich auch solche Bilder vor Augen gehabt. Andererseits werden die Schlingen, bei der Zerstörbarkeit des Saumes der Crista, leicht zerrissen, wovon bald ein Mehreres. Für die Existenz der Schlingen sprechen auch die Anwesenheit der granulirten, von optischen Querschnitten der Primitivfasern (in ihren Umbiegungsstellen) herrührenden Schichte unterhalb des hyalinen Saumes, ferner das Vorhandensein im optischen Querschnitte erscheinender Kanallumina am Saume. Endlich kann man — und das ist von grossem Belang — an in Kali bichr. erhärteten Präparaten, deren hyaline Grenzschicht beim Abheben des Epithels mittelst der Nadel oder des Pinsels, in Folge von leichtem Druck oder auf irgend sonstige Weise verletzt worden, die Schlingen künstlich herausquetschen, so dass sie, von zerbröckelnder Markmasse umgeben, frei am Crista-Saume hervortreten (Fig. 8, 10).

Ich will nun keineswegs behaupten, dass man es hier mit wirklichen Endschlingen zu thun habe, wiederhole nur noch einmal, dass ich die Frage über das weitere Verhalten der Nervenfasern, nachdem die Schlingenbildung stattgehabt, jetzt noch nicht für reif zur Beantwortung erachten kann.

Mit den scheinbaren Schlingen, welche, wie Schultze ganz richtig bemerkt (S. 346), in der Tiefe der Crista, von Nervenprimitivfasern dadurch vorgespiegelt werden können, dass letztere sich da, wo die fächerförmige Ausbreitung des Acusticus aufhört, nach den Ecken der Crista und nach der Mitte derselben hin umbiegen, haben die hier erwähnten wirklichen Schlingen Nichts zu thun.

Nun läge die Frage nahe, ob denn nicht, neben Schlingen, auch noch freie, stumpfe Endigungen feinster Fasern vorkommen könnten. Dergleichen habe ich aber nicht gesehen, weder hier, noch an später zu beschreibenden Nerven des Otolithensackes. Neben den durch gröbere Primitivfasern gebildeten Schlingen konnte ich wohl von dünneren herrührende beobachten, deren Axencylinder, sehr, sehr fein, trotzdem als solche erkennbar, sich an verletzten Cristen in Schlingenform her-

vordrängen liessen (Fig. 8). Noch dünnere Nervenzweige, als zuletzt erwähnte, vermochte ich nirgend wahrzunehmen.

Nun aber weiter, zu den Angaben M. Schultze's! Derselbe berichtet, zur Stütze seiner Ansicht, dass den glashellen Crista-Saum durchbohrende, freie Axencylinder in Elemente des Epithelialbelages übergehen, man könne an Längsansichten frischer Crista-Präparate, unter Zusatz von Wasser, zwischen und unter den aufquellenden Epithelzellen, nach und nach grosse Mengen frei an der Oberfläche des bindegewebigen Substrates hervortretenden Nervenmarkes sich ansammeln sehen (S. 349). Das ist nun auch ganz richtig. Man bemerkt in der That an frischen, mit Wasser, wie auch mit reinem Liquor cerebrospinalis, reinem Fischblutserum, behandelten Präparaten, an der freien Crista-Fläche hervorquellende Nervenmasse und sieht sie, wenn das Epithel ganz oder theilweise erhalten, zwischen die zelligen Elemente des letzteren hineindringen. Zugleich erkennt man aber auch viele geborstene, abgerissene, zusammengedrückte, gefaltete Stellen des hyalinen Saumes, aus welchen das Hervorquellen des Markes stattgefunden. Der Saum ist ziemlich dünn und zart, schon bei dem — selbst noch so vorsichtigen — Herausnehmen der Gehörapparate aus der Schädelvertiefung lassen sich Zerdrückungen jener Grenzschicht kaum vermeiden, noch weniger aber bei Gelegenheit der Präparation der Crista selbst, welche immer unter Anwendung gewissen Druckes, einer Zerrung, stattfinden muss. Beim Abnehmen des Epithels mit Pinsel oder Nadel drückt, verletzt, zerzaust man fast immer die zarte Crista-Substanz. Und gelingt es unter mehreren Malen dennoch wirklich, ein anscheinend unversehrtes Präparat zu gewinnen, und betrachtet man dies unter Beobachtung aller anwendbaren Kautelen, so sieht man zuweilen nur sehr wenig oder gar kein Nervenmark am freien Crista-Saume. Benutzt man nun für dasselbe Präparat ein Deckgläschen, presst man dies auf methodische Weise fest und fester gegen den Objectträger, so spritzt das Nervenmark aus platzenden, reissenden Stellen des Crista-Saumes hervor. Dicht unter der (keineswegs — wie Schultze will — knorpelharten) hyalinen Grenzschicht hinstreichend, verlieren die Primitivfasern gerade an den Umbiegungsstellen, leicht ihr Mark.

Schultze sagt ferner, „dass wenn man an günstig erhärteten Präparaten das sich hier nur mit Schwierigkeit lösende Epithel vermittelst einer Nadel entferne, es oft gelänge, einen Wald von frei aus dem Bindegewebe hervorragenden Axencylindern in unmittelbarer Fortsetzung der markhaltigen Fasern an der Stelle des abgelösten Epithels zu erkennen“ (S. 347). Auch dies ist richtig, hängt jedoch von denselben und ähnlichen Zufälligkeiten ab, wie bei frischen Präparaten. Häufig genug habe ich in Kali bichr. aufbewahrte Präparate vor mir gehabt, an denen auch keine Spur von heraustretendem Marke, von frei hervorragenden Axencylindern bemerkbar gewesen.

Nun aber erfolgen Manipulationen, das Abtrennen des jetzt ziemlich festhaftenden Epithels, methodischer Druck mittelst des Deckplättchens. Dann freilich schiessen die Axencylinder massenweise an dem sich trennenden, platzenden, zerreissenden Grenzsaume hervor. Die eine senkrechte Richtung gegen letzteren einnehmenden Axencylinder müssen, von hinten her vorgedrängt, den Saum bei seiner Zartheit leicht durchbohren können, besonders dann, wenn die Nervengebilde durch energische Einwirkung des Reagens eine gewisse Zähigkeit erlangt. Zuweilen pressen sich Cylinder-axis auch in Capillar-Lumina hinein, laufen innerhalb der Kanäle derselben eine Strecke weit fort und brechen da aus ihnen hervor, wo diese der hyalinen Grenzschicht am meisten genähert sind.

Die herausgedrängten Axencylinder, deren Zusammenhang mit den im Inneren der Crista verlaufenden Primitivfasern ganz leicht zu verfolgen, sind oft sehr lang, so lang wie der Höhendurchmesser der Crista selbst, oder gar noch länger, wo dann der Axencylinder aus einer mit dem eintretenden Acusticus-Stämmchen in Verbindung stehenden Primitivfaser hervorgequetscht worden ist. Mit den Axencylindern zugleich wird aber auch Mark ausgepresst. Um derartige Präparate zu erhalten, bedarf es nicht einmal eines sehr bedeutenden Druckes. Auf solche Weise hervorgepresste Axencylinder liefern Bilder, wie Schultze dieselben zur Stütze seiner Ansicht vom Hindurchtritt der Nervenfasern dargestellt (a. a. O. Taf. XIV, F. 7, 8), obwohl sich schon aus der ungewöhnlichen Länge der hervorgedrängten Axencylinder die Täuschung erklären lässt. Nicht selten werden auch künstlich entblösste, d. h. ihrer Markscheide verlustig gegangene Axencylinder umgeknickt und kommen hinter dem freien Crista-Saume zum Vorschein. Dann erscheint es so, als ob die durch den glashellen Saum hindurchschimmernden Axencylinder durch Kanäle (cylindrische Substanzlücken — Schultze!) des Saumes gehend, frei an der Crista-Fläche hervorragten. Die Täuschung ist auf den ersten Blick zuweilen überraschend, namentlich an dünnen Querschnitten der Crista, bei denen die an der Schnittfläche hervorgedrängten Axencylinder, obwohl sie vor und hinter dem glashellen Saume liegen, diesen zu durchbohren scheinen. Hin- und Herschieben des Präparates, Druck und sehr sorgfältiger Wechsel der Einstellung klären jedoch über den wahren Sachverhalt auf.

Schultze lässt nun die freien (nämlich künstlich hervorgepressten) Axencylinder sich an der äusseren Crista-Fläche bald in feinere und feinste Fädchen theilen, welche als solche zwischen den Zellen des schwierig zu isolirenden Epithelialbelages verschwinden (S. 347). Würde er aber diese scheinbar sich theilenden Axencylinder, wie man deren nicht eben sonderlich häufig bemerkt, ohne Vorurtheil, bei einer stärkeren Vergrösserung, vielleicht der Immersionslinse, untersuchen, so

dürfte er sicherlich die Ueberzeugung gewinnen, dass die vermeintlichen Theilungen nichts weiter sind, als gewaltsam zerfetzte, zerquetschte Enden der künstlich aus der Crista hervorgetriebenen Axencylinder. Die angeblichen Theilungen haben nämlich keine bestimmten Contouren, wie diese ja selbstständigen, präformirten Verästelungen zukommen müssten, sondern sie sind, eine Folge ihrer weichen, dehnbaren Beschaffenheit, Producte der Zerreissuug, Zerquetschung, erzeugt bei Herstellung des Präparates und durch die während der Untersuchung angewendeten Handgriffe. Dass solche zerrissenen, also scheinbar getheilten Axencylinder zufällig in den Epithelialbelag hineinragen können, ist ja leicht erklärlich. — Einmal zeigte der ausgepresste Axencylinder über einer breit gequetschten Stelle etwas ihn enge umgebende Markscheide und unmittelbar über letzterer befand sich die zerfetzte Endstelle, eine scheinbare Endverästelung. Wäre nun dieser selbige Axencylinder nackt, ohne Mark, durch einen Kanal innerhalb der hyalinen Grenzschicht getreten, um sich dann ausserhalb der Crista zu verzweigen, woher würde denn das dicht unterhalb der angeblichen Verästelung vorhandene Mark gestammt haben?

Bei allerhand Präparaten erhärteter Gehörwerkzeuge, an Längsansichten, Querschnitten und Schrägschnitten der Crista, sieht man, nach Abtrennung des Epithelialüberzuges, zuweilen unter den künstlich hervorgedrängten, bald gerade gestreckten, bald seitlich gebogenen Axencylindern noch wohl erhaltene Schlingen, welche ebenfalls über den verletzten, zerrissenen Grenzsaum hervorgetrieben (F. 8, 10). An Präparaten, welche etwa 24 Stunden lang in Kali bichr. gelegen, an denen die Nervengebilde noch weich, weniger spröde, als nach längerer Einwirkung des Reagens, sind, lassen sich die Schlingen beim Abheben des Epithels mit einer sehr spitzen Nadel, unter gleichzeitiger Verletzung des Saumes, mit hervorzerren. Ja oft genügt hierzu schon ein Haarpinsel. Man könnte nun wähnen, diese vorgezogenen Schlingen seien Kunstproducte, hervorgebracht durch ausgequetschte Axencylinder, welche, nachdem sie sich umgebogen, mit ihrem zur Seite gedrückten, freien Ende an das bindegewebige Substrat sich angelegt hätten, und zwar auf derjenigen Seite angelegt, mit welcher sich die Crista auf dem Objectträger befände. Allein wenn dies der Fall, so müsste man diese Schlingen, beim Hin- und Herschieben des Präparates, beim Rollen desselben mit dem Deckglase, durch Zerren mit der Nadel, durch Wischen mit dem Pinsel (unter dem Simplex) leichter lösen können, als dies bei nur scheinbaren Schlingen geschehen würde. Auch sieht man ja die hervorgepressten Schlingen im unmittelbaren Zusammenhange mit auf- und absteigenden Schenkeln der Nervenprimitivfasern.

Nach Schultze verliert der Axencylinder seine structurlose

Hülle. Obigem zufolge würde diese Behauptung jede Basis verlieren, auch scheint es mir überhaupt noch sehr fraglich, ob denn solche völlig nackte, jedes Neurilemma entbehrende Axencylinder wirklich existiren.

Die Theilungsäste der vermeintlich nackt durch den Crista-Saum tretenden Axencylinder lässt nun Schultze direct in feine, fadenförmige Fortsätze ausgehen, an denen er zuweilen Varicositäten beobachtet haben will. Diese Endfasern, welche nach ihm in die Epithelialschicht hineintreten, sollen möglicherweise mit Elementen des geschichteten Epithelialbelages und zwar mit den borstentragenden Gebilden, sich vereinigen. „Freilich sei directe Verbindung, wegen leichter Zerreissbarkeit der eintretenden Axencylinder, ferner wegen des festen Aneinanderhaftens der Epithelialgebilde, nicht beobachtet" (S. 361).

Man sieht das Epithel ohne verbindende Zwischenfäden auf der Crista aufliegen und zuweilen gelingt es, wie schon bemerkt wurde, dasselbe auf grosse Strecken sauber abzutragen, wo dann schon keine Spur einer Verbindung mit Nervengebilden der Crista zu erkennen. Es findet hier ein ganz ähnliches Verhalten statt, wie dasjenige der Epithelien von Geruchs- und Geschmackswerkzeugen zu ihren bindegewebigen Substraten. Die verschieden gestalteten, in feine Basalfäden auslaufenden Epithelialgebilde, welche nach Schultze, Key u. A. die Verbindung zwischen Nerven des Substrates und Epithel herstellen sollen, sind schon von Hoyer in älteren Arbeiten für Kunstproducte erklärt worden, hervorgerufen durch Schrumpfung der Cylinderzellen in der Aufbewahrungsflüssigkeit. So hat der eben erwähnte Beobachter die sogenannten „Riechzellen" für von der Kante gesehene, pfropfenzieherartig gedrehte, glatte Epithelialzellen gehalten. Ohne mich hier auf nähere, für eine spätere Gelegenheit aufzusparende Erörterungen über die Histologie der Geruchs- und Geschmacksorgane einlassen zu wollen, bemerke ich nur, dass ich die Riech- und Geschmackszellen, welche „Hoyer zweimal geläugnet", so, wie dieselben z. B. von Schultze und Key dargestellt worden, auch noch zum dritten Male läugne. Die sehr zarten Cylinderzellen der Fischampullen erscheinen in frischem Zustande, insoweit man hier die einzelnen unter vielen zu unterscheiden vermag, mit breiterem, freiem und etwas schmalerem Basalende. Kaum erzeugt der in der Mitte befindliche Kern eine leichte, bauchige Auftreibung. Betrachtet man diese Epithelien von der Kante her, so liegen die Kerne nebeneinander befindlicher Zellenreihen scheinbar übereinander. Davon rührt die Täuschung her, als habe man es hier mit geschichteten Epithelien zu thun. Neben Zellen von dickerem Durchmesser scheinen einzelne, dünnere zu liegen. Entschieden bezweifle ich, dass sich — wenigstens constant — zwischen den Cylinderzellen, näher dem Substrat, noch andere,

ovale oder rundliche vorfinden. Die Basalenden jener grenzen unmittelbar an den glashellen Saum des Knorpels. Sehr leicht sind diese Zellen zu zerreissen, zu zerdrücken. In Wasser quellen sie auf, verlieren sie ihre Gestalt bis zur Unkenntlichkeit. Liegen dieselben auch nur wenige Stunden in selbst schwachen Lösungen von Chromsäure oder doppelt chromsaurem Kali, so verändern sie, in ¡Folge der Diffusionswirkungen, ihreu rsprüngliche Form; der Inhalt contrahirt sich, häuft sich bald hier, bald da mehr an, die Membran faltet sich, schrumpft bis zur Fadendünne ein, namentlich häufig an dem von Hause aus spitzeren Basalende, aber auch am freien Ende. Der Kern liegt dann als rundlicher Körper im Verlaufe des durch die verschrumpfte Membran erzeugten, fadenförmigen Gebildes. An einzelnen Zellen entstehen künstliche Varicositäten durch die sich „pfropfenzieherartig" drehenden Basalenden. Fig. 1—3 zeigen solche in Kali bichr. veränderte Zellen in ihren Schrumpfungen, Faltungen, Knickungen, partiellen Anschwellungen u. s. w. Ich hoffe, dass man dieselben naturgetreuer finden werde, als ähnliche Zellenabbildungen von Schultze und Key, welche ganz so aussehen, als seien sie — die vermeintlich präformirten Epithelialelemente — mittelst einer Blechschablone aus Kartenblatt geschnitzelt. Varicositäten entstehen auch dadurch, dass zwei Cylinderzellen zufällig an einander kleben können, wobei der von den Einschnürungen der verschrumpften Membran sich bauchig abhebende Kern einer Zelle in der Nähe des Kernes der anderen liegt, so dass letztere die Täuschung einer Varicosität hervorruft. Oder, zwei Zellen haften dergestalt an einander, dass die verschrumpften Enden beider über die angebliche Varicosität, d. h. den Kern der einen von ihnen, noch hervorragen, wo man dann glauben könnte, eine varicöse Zelle mit zwei Endfortsätzen vor sich zu haben. Scheinbar getheilte Fortsätze ferner rühren häufig von Zerreissungen, Zerfetzungen der Membran her, endlich auch können zwei in gleicher Höhe nebeneinander liegende Zellen sich gegenseitig decken, wobei dann leicht die Täuschung entsteht, als seien die fadenförmig verdünnten Basalenden zweier Zellen getheilte Fortsätze einer einzigen (vergl. Fig. 2). — Und der Weise, auf welche solche und ähnliche Kunstgebilde entstehen können, giebt es noch mancherlei. Der Mikroskopiker sollte sie aber wohl beachten und nicht verstümmelte Producte willkürlich zu vorhandenen, normalen Gebilden stempeln.

Die vermeintlichen varicösen Nervenfasern rühren also zum Theil von veränderten Cylinderzellen selber her. Zuweilen haften an den künstlich hervorgepressten, feinsten Axencylindern rundliche Markbröckel — dann hat man wiederum Varicositäten (Fig. 8 k). Auch werden die bandförmigen Axencylinder stellenweise breit gedrückt, sogar um sich selbst gedreht, und da giebt es gleichfalls — Varicositäten. Kleben nun mit solchen versehene Cylinderzellen zufällig an den zerfetzten En-

den eines aus der Crista hervorgequetschten Axencylinders fest, wie dies Fig. 8e nach einem meiner Präparate wiedergiebt, so glauben wir — beinahe — directe Uebergänge der Nervenendfasern vor uns zu sehen. Könnte man sich nicht — gar zu leicht — davon überzeugen, dass man es auch hier mit Kunstproducten zu thun, so würden Präparate, wie das von mir abgebildete, selbst Schultze's Wünsche noch übersteigen.

Die sogenannten Basalzellen des letzteren Forschers (a. a. O. S. 356) sind, bei den Knochenfischen wenigstens, nichts weiter als einfache Cylinderzellen, in der Aufbewahrungsflüssigkeit verschrumpft, während das auf dem Substrat aufsitzende Basalende seinen ursprünglichen Durchmesser beibehalten. Derlei Kunstgebilde finden sich natürlich keineswegs regelmässig, sondern nur hier und da, zwischen den übrigen, auf noch andere Weise veränderten Cylinderzellen zerstreut (vergl. Fig. 1).

2. Nerven der Crista nervea des Otolithensackes.

Nachstehende Untersuchungen sind von mir wiederum hauptsächlich am Hechte durchgeführt worden, obwohl ich Wels, Quappe, Barsch u. s. w. ebenfalls in Berücksichtigung gezogen. Methode wie früher, frische und erhärtete Präparate, in allen möglichen Ansichten und Schnittrichtungen.

Die den grossen Otolithensack des Hechtes versorgenden Zweige des Acusticus bilden in der sogenannten, in eine Längsfurche des Gehörsteinchens hineinpassenden Crista nervea mehr und minder dicke Bündel von Primitivfasern. Innerhalb des Knorpels dieser Crista, einer mit einschichtigem Cylinderepithel bekleideten, leistenartigen Verdickung der Wand des Otolithensackes, durchkreuzen sich die Primitivfasern und Faserbündel nach allen Richtungen, verhalten sich zuweilen chiasmenartig und erzeugen bald tiefer, bald oberflächlicher liegende Schlingen. Erstere, die tieferen Schlingen, entstehen theilweise dadurch, dass einzelne Primitivfasern und Bündelchen derselben von in die Crista hineindringenden, gröberen Bündeln sich abzweigen und, in bogenförmigem Verlaufe, zu irgend einem benachbarten Bündel treten. Dann streben sie, mit des letzteren Fasern vereinigt, der Innenfläche der Crista zu. Diese mehr scheinbaren Schlingen ähneln denjenigen, welche Schultze a. a. O. S. 346 und 347 bei den Ampullen beschrieben und auf welche auch ich S. 515 aufmerksam gemacht. Neben ihnen bilden sich nun, in grösserer oder geringerer Entfernung von der Höhlenfläche des Otolithensackes, wirkliche Schlingen, indem nämlich Primitivfasern eines Bündels in ein anderes umbiegen, ohne an den hellen Crista-Saum zu gehen. Unter letzterem (auch hier einer glashellen Grenzschicht des Bindegewebe-Substrates) findet endlich noch Schlingenbildung der aus der Tiefe hervordringenden Primitivfasern statt, ganz wie an der Crista acustica. Die geringere Dicke der Crista nervea

ermöglicht es, von der Fläche her grössere Mengen von Nervenprimitivfasern und deren Verhalten zum Knorpel selbst zu überschauen, als dies an der verhältnissmässig weit dickeren Crista acustica, von ihrer Schneide aus, der Fall sein kann.

Die hyaline Grenzschicht der Crista, auf welcher sich das Epithel der Höhlenfläche befindet, wird nun im normalen, unversehrten Zustande ebensowenig von nackten Axencylindern der bis dicht unterhalb derselben vordringenden, markhaltigen Primitivfasern durchbohrt, als dies in der Crista acustica geschieht. Man bemerkt auch unterhalb der hellen Schicht des Otolithensack-Knorpels granulirte Masse und feine,' mit einer solchen gefüllte Lumina, nämlich die optischen Querschnitte sich umbiegender Primitivfasern und der Kanäle, in welchen diese verlaufen. Aber die granulirte Schichte ist hier nicht so deutlich, wie in der Crista acustica, weil im Otolithensack ein nicht geringer Theil der Primitivfasern schon tiefer liegende Schlingen bildet, daher verhältnissmässig nicht so viele Primitivfasern bis zum glashellen Saume vorrücken, wie dort. Ich verwahre mich aber nochmals von vornherein gegen die Unterstellung, als halte ich diese Schlingen für eigentliche End-schlingen. Was weiter mit den Nervenprimitivfasern geschieht, nachdem sie sich umgebogen, wissen wir nicht.

Bei Querschnitten der Crista nervea werden, ähnlich wie an denjenigen der Crista acustica, Nervenschlingen zerstört und die sich künstlich emporbiegenden, gänzlich oder theilweise von ihrem Marke entblössten Axencylinder erzeugen nun, vor oder hinter den dem Auge des Beobachters zugekehrten Schnittflächen liegend, die Täuschung, als durchbohrten sie den hyalinen Crista-Saum. Diese Täuschung wird noch grösser, wenn auf der hyalinen Schichte Cylinderepithel zurückgeblieben, wenn die hervorgebogenen Axencylinder scheinbar in dies Epithel hineinragen, d. h. künstlich in dasselbe hineingedrückt sind. Von Capillaren lassen sich die Nerven auch hier leicht genug unterscheiden.

Wenn man auf Flächenansichten und Querschnitten auch der Crista nervea, Axencylinder und Nervenmark wirklich an der Höhlenfläche hervorragen sieht, so hat hier ebenfalls eine Verletzung der hyalinen Grenzschicht stattgefunden und sind aus ihren Schlingen gelöste Axencylinder gewaltsam hervorgepresst worden. Gemeiniglich so lang, dass sie weit über die peripherischen Enden der noch festsitzenden Epithelzellen hinwegragen, mit breitgequetschten oder zerfetzten (scheinbar verästelten!) Enden — je nachdem.

Stumpfe Nervenendigungen habe ich — neben den Schlingen — auch hier nirgend sehen können. Betrachtet man ein Präparat der Crista nervea von der Fläche her, so sieht man viele Bündelchen der Primitivfasern, auch isolirte Fasern, im scheinbaren Querschnitte. Aus diesen Bündeln biegen sich einzelne, der Oberfläche mehr oder weniger genäherte Fasern

in Schlingenform um. Man glaubt dann einige der letzteren stumpf endigen zu sehen. Derartige Täuschungen verdanken ihren Ursprung 1) Primitivfasern, bei welchen die im optischen Längsschnitt sichtbare Umbiegungsstelle undeutlich erscheint, was namentlich bei vielen, zwischen die gröberen gemischten, sehr feinen Fasern der Fall. 2) Reissen manche Fasern in der Nähe ihrer Umbiegungsstellen leicht ab und 3) sieht man herausgequetschte Axencylinder im (freilich nicht reinen) optischen Querschnitte.

Das Cylinderepithel der Crista nervea zeigt im frischen Zustande einen ähnlichen Bau, wie dasjenige der Crista acustica. Zwischen einfachen Cylinderzellen liegen andere, deren peripherisches, leicht verdünntes Ende mit Borsten besetzt, welche nicht kurz, wie Schultze behauptet, sondern im Gegentheil verhältnissmässig recht lang sind (vergl. Fig. 16). An erhärteten Präparaten kann man sich eine grosse Auswahl von durch Diffusion mannichfach veränderten Cylinderzellen verschaffen.

Der Otolithensack wird von der Nervenleiste durch einen geringen Zwischenraum getrennt, welcher, wie die ganze Höhle, mit einer zähflüssigen, hyalinen Masse ausgefüllt ist. Für letztere möchte ich nicht, wie Schultze, die Bezeichnung „glaskörperchenähnliche Inhaltsmasse“ wählen, da sie denn doch zu flüssig ist, flüssig genug, um die Schwingungen des festen Körpers auf die härchentragenden Gebilde des Cylinderepithels der Crista leicht übertragen zu können.

Die Ampullen, die halbcirkelförmigen Kanäle und der Otolithensack sind mit einfacher Schicht eines schön polyedrischen Plattenepithels ausgekleidet. An der Grenze des Cylinderepithels der Crista acustica und Crista nervea finden sich cylindrische Zellen von ziemlich bedeutendem Querdurchmesser, voller granulirter Masse und mit grossem Kern. Sie bilden, zu zweien und mehreren, dichte Gruppen zwischen blasseren, fast plattenartigen Zellen von geringerer Höhe. Diese dunkelen körnigen Gruppen stellen, im optischen Querschnitt betrachtet, unregelmässig zackige Figuren dar. Zuweilen hängen mehrere Gruppen zusammen, im Otolithensacke stellenweise sogar netzförmig; innerhalb der Maschen solcher Netze liegen dann Mengen von blasseren Zellen (Fig. 17). Einzelne der letzteren drängen sich sogar in die Gruppen der dunkel granulirten ein und verwirrt sich dadurch, namentlich an den Rändern, das Bild nicht wenig. Schultze sieht in den Zellengruppen einzelne, auch zu zweien und dreien zusammenhängende, ungeheure Zellen von sternförmigem Querschnitt (S. 359, Taf. XIV, Fig. 10, 11). Die Stelle des Zelleninhaltes, an welcher der schon an sich grosse Kern befindlich, erweitert sich leicht durch Imbition blasenförmig und lagert sich dann die dunkel granulirte Masse rings herum. Man kann an gut erhärteten Präparaten die Gruppen in einzelne stark geschrumpfte Zellen

zerlegen (Fig. 15a). Schultze's Ansicht (S. 361) von einer Verwandtschaft der dunkelgranulirten Zellen und der zwischen diesen liegenden, blasseren, mit Cylinder- und Basalzellen seines geschichteten Epithels der Nervenleisten, halte ich allein schon durch meine oben, S. 519 gegebene Erklärung dessen, was man von einer solchen Basalzelle und von geschichtetem Cylinderepithel der Cristae zu halten, für hinlänglich widerlegt. Endlich sind die von jenem Forscher auf S. 358 beschriebenen, durch Fig. 14 ausgedrückten optischen Querschnitte grösserer, von kleineren umgebener Cylinderzellen der Crista nervea des Hechtes, wieder einmal Kunstproducte. Bilder von solcher Regelmässigkeit werden hier niemals gefunden und die Zeichnung giebt, als gar zu schematisch, das natürliche Verhältniss nicht richtig wieder.

Zum Schlusse stelle ich hier die Hauptergebnisse meiner Untersuchung kurz zusammen:

1) Die Nervenprimitivfasern, sowohl der Crista acustica der Ampullen, als auch der Crista nervea des Otolithensackes, begeben sich, in Höhlungen des Knorpels aufsteigend, zum freien Rande der Cristae, durchbohren aber hier nicht, als nackte Axencylinder, die hyaline Grenzschicht, sondern biegen unterhalb derselben in Schlingenform um.

2) Die nackten, von M. Schultze beschriebenen und abgebildeten, an dem freien Rande der Cristae hervortretenden Axencylinder sind nach stattgehabter Verletzung der hyalinen Grenzschicht, künstlich aus dem Knorpel herausgedrückte Theile von Schlingen. Scheinbare Verästelungen der hervorgedrängten Axencylinder rühren von Zerfetzungen ihrer Bruchenden her.

3) Das Epithel der Schneide der Crista acustica und dasjenige der Crista nervea besteht aus einer einfachen Schicht von Cylinderzellen, welche unmittelbar auf dem bindegewebigen Substrate aufruhen. Viele der Cylinderzellen tragen Borsten. Niemals hängen die Basalenden dieser mit Borsten versehenen Zellen mit Zweigen nackter Axencylinder der Crista-Nerven zusammen.

4) Alle dünnen, knotigen, getheilten Fortsätze, welche man am Basalende der Cylinderzellen von erhärteten Präparaten sieht, rühren von Schrumpfungen, Drehungen, Zerfetzungen und vom Aneinanderkleben zweier oder mehrerer einzelner Zellen her.

5) Die scheinbaren Varicositäten der künstlich über die glashelle Grenzschicht hervorgepressten Axencylinder sind Kunstproducte.

Eine umfangreiche Arbeit, deren schleunige Publication mir Ehrensache geworden, verhindert mich, in diesem Jahre die Seeküste zu besuchen und die Labyrinthe auch der Knorpel-

fische zu bearbeiten. Indessen scheint hier, Schultze's eigenen Beschreibungen und Zeichnungen nach, das nämliche Verhalten stattzufinden, wie bei den Knochenfischen. Die Labyrinthe eines Störes, welchen ich während des Druckes dieser Zeilen recht frisch aus Magdeburg erhalten, zeigen ganz das Nämliche, wie Hecht, Wels u. s. w.

Beim Stör sowohl, wie bei den von mir untersuchten Knochenfischen, faltet sich der freie Rand der Crista acustica, besonders an beiden, den Ampullenwänden genäherten Enden derselben, leicht der Quere nach. Die Faltung findet namentlich an erhärteten Präparaten statt. Verkennt man die Bedeutung solcher Falten, so kann man in ihnen — wenn man will — Kanäle, ja sogar cylindrische Lücken des hyalinen Saumes sehen. Auch vor solchen Täuschungen möchte ich warnen!

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Epithelialzellen der Crista acustica des Hechtes, mit doppelt chromsaurem Kali behandelt und auf mannichfache Weise verändert. A mit geschrumpften Basalenden, a mit künstlichen Varicositäten derselben, b mit geschrumpften peripherischen Enden — sog. Basalzellen — Schultze's. Vergr. 1000.

Fig. 2. Epithelialzellen der Crista acustica vom Barsche — nach Behandlung mit Kali bichromicum — mit scheinbaren Varicositäten. Vergr. 295.

Fig. 3. Sogenannte Geschmackszellen und Riechzellen von Fröschen, in Kali bichrom. Vergr. 295. a Cylinderzellen von einer Papilla fungiformis des Laubfrosches, b mit künstlichen Varicositäten; cc'd Cylinderzellen von der Geruchschleimhaut desselben Thieres, mit künstlichen Fortsätzen und Varicositäten.

Fig. 4. Axencylinder aus Nerven der Crista acustica des Hechtes, in Kali bichr. a ein an seinem peripherischen Ende zerfetzter, sich scheinbar verästelnder Axencylinder, Vergr. 1000; b ein solcher, welcher bei b' breitgequetscht, bei c mit etwas Mark umgeben, bei b'' b'' zerfetzt ist, Vergr. 500.

Fig. 5. Eine durch Abtragung der Ampullenwände blossgelegte Crista acustica vom Hecht, Kali bichr., Vergr. 100, von oben gesehen. a die Crista, b Nerven derselben im optischen Quer- und Schrägschnitte, c das zum Theil losgelöste Plattenepithel, d Ampullenwände.

Fig. 6. Querschnitt einer solchen Ampulle, gewährt die Längsansicht der Crista. Vergr. 45. A die Crista, B Ampullenwände, C Cylinderepithel der Crista, D Plattenepithel der Ampullenwände, zum Theil abgehoben, F Nerven der Crista, G Schnittrand.

Fig. 7. Theil einer Crista acustica vom Hecht, frisch, ohne Deckgläschen, Vergr. 295. a der Knorpel der Crista, b dessen hyaline Grenzschicht, c Nerven, mit künstlichen Varicositäten c', d hervorgepresstes Nervenmark, e Epithel, f Capillaren im optischen Längsschnitt und Querschnitt.

Fig. 8. Ein ähnliches Präparat, 24 Stunden lang in Kali bichr. erhärtet, Vergr. 295, unter dem Deckglase. e' einzelne, an hervorgepressten Axencylindern klebende, durch Einwirkung des Reagens veränderte Epithelialzellen (vergl. e); g Schlingen der Axencylinder, an verletzten Stellen der hyalinen Grenzschicht b herausgequetscht; h peripherisches Ende eines hervorgedrängten Axencylinders, zerfetzt, mit einer anklebenden Epithelialzelle e'; k scheinbare Varicositäten eines feinen Axencylinders, durch anhaftendes Nervenmark erzeugt. Sonstige Buchstaben wie in Fig. 7.

Fig. 9. Stück einer Crista acustica des Hechtes, 24 Stunden lang in Kali bichr., Vergr. 500, nach Entfernung des Epithels, ohne Deckglas. d granulirte Schichte unterhalb des hyalinen Saumes, durch optische Querschnitte von Nerven und deren Kanälen erzeugt; l Querfalte des Knorpels. Buchstaben sonst wie in voriger Fig.

Fig. 10. Querschnitt einer Crista acustica des Hechtes, 48 Stunden in Kali bichr. aufbewahrt, nach Entfernung des Epithels, unter dem Deckglase, bei 295maliger Vergr. gesehen. a' eine Knorpelbrücke deckt die in Lücken der Crista-Substanz verlaufenden Bündel von Primitivfasern; g Axencylinder und deren Schlingen u. s. w.

Fig. 11. Stück einer Crista acustica vom Hechte, fünf Tage lang in Kali bichr. erhärtet, bei 295maliger Vergr. von oben gesehen. Nervenschlingen nebst ihren Axencylindern, zum Theil im optischen Querschnitt und Schrägschnitt, zum Theil hervorgequetscht.

Fig. 12. Stück der Nervenleiste des grossen Otolithensackes vom Hecht, frisch, ohne Deckglas, von der Fläche aus, Vergr. etwa 60. a Knorpel, b Nerven, deren Schlingen, bei c, unter so schwacher Vergrösserung, nicht erkennbar sind; d Capillaren.

Fig. 13. Ein solches Präparat, bei 250facher Vergr., von der Fläche aus gesehen. a Knorpel, b gröbere und feinere Primitivfasern, Schlingen bildend; c Capillaren.

Fig. 14. Aehnliches Präparat, 24 Stunden lang in Kali bichr. erhärtet. Vergr. 295.

Fig. 15. Epithel von den Abhängen der Crista acustica des Hechtes, nach 5stündiger Aufbewahrung in Kali bichr., bei 295facher Vergr., von der Fläche aus betrachtet. a Gruppen dunkelgekörnter Zellen, b die dazwischen liegenden blasseren; c umgelegte Cylinderzellen der Crista-Schneide.

Fig. 15a. Isolirte, auch zu zweien, dreien zusammenklebende, dunkelgranulirte Zellen des Abhanges der Crista acustica von *Lota vulgaris*, nach 8tägiger Aufbewahrung in Kali bichr. Vergr. 400.

Fig. 16. Epithel des grossen Otolithensackes vom Hecht, in der Gegend der Crista nervea, 6 Stunden lang in Kali bichr. aufbewahrt, Vergr. 500, unter dem Deckglase. a Knorpel, b hyaliner Saum, c intacte Zellen, d borstentragende Zellen, e verschrumpfende Zellen, e' hervorquellender Zelleninhalt, g Nerven.

Fig. 17. Epithel aus dem grossen Otolithensacke des Hechtes, 8 Tage lang in Kali bichr. aufbewahrt, von der Fläche betrachtet. Vergr. 295.

Einiges zur Ursache der Herzbewegung.

Von

Julius Bernstein, Cand. med.

Die so sehr von einander abweichenden Angaben Tiedemann's[1]) und Castell's[2]) über das Verhalten des Froschherzens unter dem Recipienten der Luftpumpe veranlassten mich im Sommer 1860, im Laboratorium des Herrn Professor du Bois-Reymond, dem ich hiermit meinen Dank ausspreche, einige Versuche über diesen Gegenstand anzustellen. Gegenwärtig, wo die Streitfrage über die Ursache der Herzbewegung durch Goltz in Königsberg von Neuem angeregt worden ist, scheint es mir der Mühe werth, dieselben zu veröffentlichen.

Die Abweichung der genannten Autoren läuft auf Folgendes hinaus. Während Tiedemann nach dem Auspumpen der Luft schon nach 30 Secunden Stillstand des Herzens beobachtete, dauerten in Castell's Versuchen die Pulsationen desselben fast immer eine halbe Stunde lang fort. Diese enorme Abweichung konnte nicht auf Nebenumständen, wie Erregbarkeit und Temperatur, beruhen, musste also, da man keine Täuschung voraussetzen kann, eine wesentliche, im Experiment liegende Ursache haben.

Beide Experimentatoren glaubten den Stillstand des Herzens im Vacuo aus dem Mangel an Sauerstoff herleiten zu müssen, sei es nun, dass dieser als Reiz diene oder zur Ernährung nothwendig sei. Dass der Sauerstoff von stärkendem Einfluss auf die Herzthätigkeit ist, haben directe Versuche allerdings ergeben, dass aber die Entziehung desselben eine so schnelle Sistirung der Pulsationen wie in den Tiedemann'schen Versuchen veranlasse, schien mir zweifelhaft.

Wenn das Herz in einem ziemlich grossen Recipienten mittelst eines Fadens an den grossen Gefässen aufgehängt wurde, so bemerkte ich jedesmal in Uebereinstimmung mit Tiede-

1) Versuche über die Bewegung des Herzens unter dem Recipienten der Luftpumpe, von Friedrich Tiedemann. Müller's Archiv, Jahrgang 1847.

2) Ueber das Verhalten des Herzens in verschiedenen Gasarten, von A. Castell. Müller's Archiv 1854.

mann nach wenigen Kolbenstössen Verlangsamung und endlich Aufhören der Contractionen. Nie gelang es mir nach möglichst vollständigem Auspumpen der Luft noch eine Pulsation wahrzunehmen. Dieselben stellten sich aber wiederum ein, wenn man nach einigen Minuten Luft wieder einströmen liess, wie dies Tiedemann bereits beobachtet hatte, während Castell in diesem Falle nur noch auf galvanischen Reiz Contractionen hervorrufen konnte.

Es lag nahe zu vermuthen, dass in diesen Versuchen die Austrocknung des Herzens einzig und allein die Veranlassung für die Sistirung seiner Thätigkeit sei, zumal da bei jedesmaligem Auspumpen das Herz trocken und starr erschien, während beim Wiedereinströmen der Luft dasselbe sich mit deutlich durch Reflex wahrnehmbarer Feuchtigkeit beschlug, in Folge dessen sich die Pulsationen wiederherstellten. Ich brachte daher unter die Glocke ein Gefäss mit ausgekochtem Wasser und pumpte die Luft bis zu demselben Grade der Verdünnung aus wie vorher. Hierdurch war mit der Entziehung des Sauerstoffs zugleich eine Sättigung des luftverdünnten Raumes mit Wasserdampf verbunden. Jedesmal zeigte sich nunmehr, dass das Herz ungestört in eben so kräftigen Pulsationen als an der atmosphärischen Luft weiterschlug. Dieselben dauerten bei einer Temperatur von 22—24° R. ungefähr eine Stunde.

Dass der Mangel an Feuchtigkeit die Hauptursache für jenes schnelle Aufhören der Herzpulsationen im Tiedemann'schen Versuch wirklich ist, geht ferner daraus hervor, dass es mir nicht gelang, in einem sehr kleinen Recipienten durch eben so vollständiges Auspumpen wie vorher das Herz schnell zum Stillstand zu bringen. In solchen Fällen dauerten die Pulsationen immer noch ungefähr 10 Minuten fort. Offenbar nämlich bezieht der luftverdünnte Raum den zu seiner Sättigung nöthigen Wasserdampf aus der Feuchtigkeit des Herzens selbst. Ist dieser Raum nur klein, wie es hier der Fall war, so bleibt dem Herzen Feuchtigkeit genug, um seine Function einige Zeit weiter zu verrichten, trotzdem hier absolut weniger Sauerstoff vorhanden ist als in einem grossen Recipienten.

Durch diese Thatsachen komme ich daher auf die Vermuthung, dass die so sehr von einander abweichenden Angaben Tiedemann's und Castell's ihren Grund in der Grösse der angewandten Recipienten haben, worüber in den Arbeiten selbst Nichts zu ermitteln ist. Wahrscheinlich bediente sich Ersterer eines etwas grossen, Letzterer eines viel kleineren Recipienten.

Zugleich aber sehen wir, dass das Herz in Wasserdampf von gewöhnlicher Temperatur, der doch nicht gut als Reizmittel angesehen werden kann, seine Pulsationen eine geraume Zeit fortsetzt. Daraus scheint mir hervorzugehen, dass die fortdauernde Thätigkeit des Herzens ausserhalb des Körpers nicht von einer Reizung durch die umgebende Atmosphäre, die

nach der Meinung von Goltz für das innerhalb des Organismus wirkende Blut eintreten soll, abhängig sein kann. .

Es sei mir noch erlaubt, einen von Goltz[1]) angestellten Versuch zu beleuchten, der die Hauptstütze der Annahme bildet, dass das Blut innerhalb und die Luft ausserhalb des Körpers den Reiz zur Herzbewegung hergebe. Es soll nämlich ein Herz, welches innerhalb eines reizlosen Medium durch Vagusreizung zum Stillstand gebracht ist, für immer darin verharren. So sinnreich dieser Versuch auch ausgedacht ist, so wenig überzeugt mich sein Resultat von Dem, was er beweisen soll.

Derselbe besteht in Folgendem:

Zwei Frösche werden so hergerichtet, dass nur ein Stück Schädelhöhle mit der Medulla obl., das oberste Ende der Wirbelsäule mit dem darauf liegenden blutleeren Herzen und die Vagi zu beiden Seiten übrig bleiben. Beide Präparate werden unter Oel getaucht; die Med. obl. des einen wird mit Elektroden der secundären Rolle eines Magnetelektromotors versehen und mit starken Strömen gereizt. „Das eine Herz", sagt nunmehr der Verfasser, „bleibt für immer in Diastole stehen, während das andere mit allmählig nachlassender Kraft wohl gegen eine Stunde weiter pulsirt." Nun heisst es weiter: „Haben die Contractionen des nicht (!) gereizten Herzens schon einige Zeit aufgehört, so hebe ich die Wirkung des Apparates auf. Das andere Herz, dessen Med. obl. bisher gereizt wurde, bleibt nunmehr auch ohne fortgesetzte Reizung in Ruhe." Hieraus geht hervor, dass die Reizung eine volle Stunde ununterbrochen fortdauert. Weiter unten lesen wir ferner: „Unterbricht man während eines sonst wohlgelungenen Versuches die Wirkung des Stromes, bevor das Herz abgestorben ist, also vor Ablauf einer Stunde, so fängt das Herz alsbald wieder an zu pulsiren, stärker oder schwächer, je nach der Zeit, welche der Versuch bereits gekostet hatte."

Was schliesst nun der Verfasser aus diesem Ergebniss? Er sagt: „An der Luft bewirkt die Vagusreizung nur eine zeitweise Hemmung, unter Oel und nach Entfernung des Blutes eine wirkliche Lähmung, ja eine vollständige Vernichtung der Herzbewegungen. Demnach wird der Schluss erlaubt sein, dass lediglich der normale Luftreiz oder das Fortbestehen der Blutbewegung das Wiederauftreten der Contractionen bedingt u. s. w."

Betrachten wir jenen Versuch, der diesem Schlusse zu Grunde liegt, näher, so ergiebt sich auf den ersten Blick, dass derselbe eine Unmöglichkeit in sich schliesst. Es ist unmöglich, dass die Med. obl., von starken Strömen nach Angabe des Verfassers eine volle Stunde gereizt, so lange erregbar

---

1) Virchow's Archiv, 23. Bd., 5. u. 6. Heft. Ueber die Ursache der Herzthätigkeit, von Dr. Fr. Goltz. S. 501, V. 18.

blieb. Man braucht in der That nur das Rückenmark des Frosches von der Haut aus zu reizen, wobei nur geringe Stromzweige in die Medulla gehen, um zu sehen, dass nach einigen Minuten schon alle Zuckungen der unteren Extremität aufgehört haben und dass man dem Thiere einige Zeit der Ruhe gönnen muss, wenn man neue Zuckungen hervorrufen will. Es muss demnach in jenem Versuche die Med. obl. innerhalb einer im Vergleich zu einer Stunde sehr kurzen Zeit unerregbar geworden sein, nach deren Ablauf die Reizung natürlich so gut wie gar nicht vorhanden war. War dies der Fall, dann musste geschehen, was eintritt, „wenn man", wie der Verfasser selbst sagt, „während eines sonst wohlgelungenen Versuchs die Wirkung des Stromes unterbricht", d. h. das Herz musste wieder anfangen zu pulsiren.

Nehmen wir aber selbst einmal das Undenkbare als richtig an, so würde auch in diesem Falle der Versuch nicht das beweisen, was er soll. Man könnte dann einfach sagen, es seien allerdings bei mangelnder Ernährung unter der den Gasaustausch hindernden Einwirkung des Oels die Herzganglien nicht im Stande, soviel Kraft in sich aufzuspeichern, um dem sich immer erneuernden Andrange der Vaguswirkung zu widerstehen oder ihn gar zu überwinden. Es wäre dann ferner kein Wunder, wenn ein solches Herz nach einer Stunde „nunmehr auch ohne fortgesetzte Reizung in Ruhe bleibt", da ja das nicht gereizte Herz zu dieser Zeit bereits auch schon in den Ruhezustand verfallen ist.

Ist mithin die Beweiskraft dieses Versuches vollkommen illusorisch, so sind es die Deductionen zu Gunsten der vasomotorischen Wirkung des Vagus noch mehr. Die Contraction der Gefässe soll nämlich Stockung oder trägen Verkehr des Blutes in den Capillaren hervorrufen und hiermit den Reiz für die Herzganglien aufheben.[1]) Nun aber existirt im blutleeren Herzen kein Kreislauf in den Herzgefässen mehr, und wenn diese sich selbst bis auf die Hälfte ihres Lumens contrahirten, kann auch die freie Beweglichkeit der so geringen Menge des noch darin enthaltenen Blutes nicht beeinträchtigt werden. Vielmehr würde dann die erste Wirkung der Vagusreizung die sein, dass die grösseren Gefässe durch ihre Contraction einen Theil des in ihnen befindlichen Blutes in die Capillaren treiben, was nach der Goltz'schen Theorie durch Ganglienreizung eine Verstärkung der Pulsationen statt einen Stillstand derselben hervorbringen müsste.

Man sieht, zu welchen Widersprüchen die Behauptung führt, das Blut sei der Reiz für die Herzbewegung, eine Behauptung,, die deshalb aufgestellt ist, weil mit dem Worte

1) Das Froschherz besitzt übrigens nach Hyrtl gar keinen Capillarkreislauf. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1858. Bd. XXXIII. S. 572.

Automatie Nichts erklärt sei. Ebenso aber wie in den Hemisphären des grossen Gehirns die Automatie des Willens erzeugt wird, und beim Frosch noch eine geraume Zeit ohne neue Blutzufuhr erzeugt werden kann, so wird auch die Automatie der Herzganglien, wenn ihnen vom Blut aus keine neuen Ernährungsstoffe mehr zuströmen, durch das noch in ihnen enthaltene Material eine Zeit lang in Wirksamkeit erhalten. Die Aufgabe des Blutes besteht also hier nicht in der Rolle einer auslösenden Kraft, die das Kriterium des Reizes bildet; vielmehr besteht sie in der Rolle einer Spannkraft, die durch einen eigenthümlichen Apparat in lebendige Ganglienkraft, um mich so auszudrücken, umgesetzt wird — ein Vorgang, den wir eben Automatie nennen. Dass letzterer in seinem eigentlichen Wesen uns unklar ist, giebt Jeder zu; es giebt aber Niemand zu, dass der Vorgang des Reizes uns klarer ist.

Berlin, 6. Juni 1862.

Vorläufige Mittheilung über einen neuen elektrischen Reizapparat für Nerv und Muskel.

Von

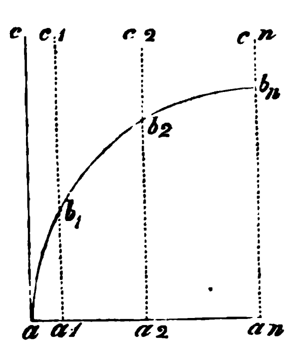
Julius Bernstein, Cand. med.

Der Zweck des von mir construirten Apparates ist, eine der Zeit proportionale Ansteigung des elektrischen Stromes herzustellen, um mich derselben als Reiz für Nerv und Muskel zu bedienen. Es ist klar, dass, wenn man die Beziehungen zwischen Reiz und Leistung des Muskels ergründen will, vor allen Dingen für den Reiz selbst ein vergleichbares und einfaches Maass gefunden sein muss. Ein solches bietet die erwähnte Stromansteigung dar, indem sie das im Allgemeinen unberechenbare Integral der bei der Schliessung entstehenden Stromescurve in die Summe einer einfachen arithmetischen Reihe verwandelt.

Dem Princip der Nebenschliessung zufolge wäre die geforderte Stromansteigung erreichbar, wenn man dem Schieber eines Rheochordes eine gleichmässige Geschwindigkeit ertheilen könnte. Eine Bewegung aber von continuirlich constanter Geschwindigkeit ist schon lange das Problem der Mechanik. Wäre nun auch eine solche wirklich gefunden, so sind die Schwierigkeiten bei der Uebertragung auf den Rheochordschieber (Unvollkommenheit der Zahnräder oder Riemen und der nicht zu vermeidende Stoss zu Anfang und Ende der Bewegung) sicherlich unüberwindlich.

Das Princip des von mir construirten Apparates besteht nunmehr darin, eine bereits in der Natur vorhandene ungleichmässige aber continuirliche Bewegung in der Weise zu benutzen, dass durch eine auf mathematischem Gesetz beruhende Einrichtung in eine Nebenschliessung Drahtlängen eingeschaltet werden, die der Zeit proportional wachsen.

Eine derartige Bewegung ist uns im Pendel gegeben. Der Benutzung desselben zum bewussten Zweck liegt folgender mathematischer Satz zu Grunde:



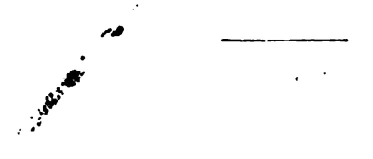
„Wenn ein auf dem Radius eines Kreises errichtetes Perpendikel von der Peripherie nach dem Mittelpunkt mit sich selbst parallel so vorrückt, dass die Beschleunigung seines Fusspunktes immer proportional der Entfernung vom Mittelpunkte ist, so macht der Durchschnittspunkt des Perpendikels mit dem Kreisbogen eine Bewegung von constanter Geschwindigkeit."

Es seien in der Fig. ac, $a_1 c_1$, $a_2 c_2$, $a_n c_n$ verschiedene Stellungen eines Perpendikels, welches auf dem zum Viertelkreis ab_n gehörigen Radius aa_n errichtet, von a nach a_n vorrückt. Die Beschleunigungen der Fusspunkte a, a_1, a_2, a_n seien proportional ihren Entfernungen von a_n. In diesem Falle besitzen alle vom Perpendikel mit dem Viertelkreis erzeugten Durchschnittspunkte b_1, b_2, b_n dieselbe Geschwindigkeit.

Eine solche Bewegung, wie sie das Perpendikel hat, besitzt nun sowohl ein Pendel bei mässiger Elongation als auch eine gespannte elastische Feder. Stellen wir uns daher vor, der Viertelkreis ab_n wäre ein in Quecksilber befindlicher Platindraht, ac dagegen die Quecksilberoberfläche im Durchschnitt gezeichnet, und ab_n rücke, während ac stillsteht, durch ein bis zum Ruhepunkt zurückschwingendes Pendel getrieben, in der umgekehrten Richtung von a_n nach a um das Stück $a_n a$ sich selbst parallel vor, so werden nach dem Vorhergehenden in gleichen Zeiten gleiche Stücke Draht aus dem Quecksilber heraustauchen. Benutzt man jetzt die heraustauchenden Stücke als Nebenschliessung, deren einer Pol am Drahte in a, deren anderer Pol sich im Quecksilber befindet, so kann man mit Hülfe dieser Vorrichtung eine Stromansteigung von der verlangten Form erzeugen.

Die Details des Apparates werde ich genau in der ausführlichen Arbeit angeben; dieselbe soll, wenn ich mit den physiologischen Versuchen zum Abschluss gediehen bin, veröffentlicht werden. Hier nur soviel, dass die Bewegung des Nebenschliessungsdrahtes unmittelbar ohne Uebertragung mit dem Pendel zusammenhängt, dass alle Schwierigkeiten bei Anfang und Ende der Bewegung gehoben sind und dass schliesslich physiologische und physikalische Prüfungen des Apparates ergeben haben, dass die hervorgebrachte Stromansteigung eine geradlinige ist.

Berlin, 6. Juni 1862.



Weiteres über den Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung.

Von

Dr. Alexander Schmidt in Dorpat.

(Schluss.)

2. Die fibrinogene Substanz.

Gegenüber der in neuerer Zeit besonders von Brücke vertretenen und vielfach in Aufnahme gekommenen Ansicht, dass überhaupt keine besondere, fibrinwerdende Substanz im Blute neben dem Serumalbumin präexistire, sondern dass es ein Theil des letzteren selbst sei, welcher sich vom übrigen abspalte und zwar, wie Brücke vermuthet, indem ihm durch eine im gerinnenden Blute auftretende Säure Alkali entzogen würde, machte sich der Umstand geltend, dass es immer nur ein Bruchtheil der organischen Substanz ist, welcher bei jedem Gerinnungsvorgange, mag er natürlich vorkommen oder künstlich bewirkt worden sein, als Faserstoff ausgeschieden wird; ausserdem blieb es unklar, warum alsdann die Gerinnung fibrinöser, spontan nicht gerinnender Transsudate nicht auch durch Zusatz irgend einer verdünnten Säure herbeigeführt werden kann. Wenn einem Theil des Serumalbumins bei der Gerinnung Alkali entzogen wird, so müsste im einzelnen Falle die Menge des ausgeschiedenen Faserstoffes von dem jeweiligen Gehalt des Blutes an alkalientziehendem Princip abhängen und man könnte sich vorstellen, das letztere sei in so geringer Quantität in den gerinnenden Flüssigkeiten vorhanden, dass es eben nur hinreiche, um einen verhältnissmässig kleinen Theil ihres Eiweisses seines Lösungsmittels zu berauben. Von dem Augenblicke jedoch, wo ich aus dem Verhalten des defibrinirten Blutes gegen Transsudate nachweisen konnte, dass ein

Ueberschuss des gerinnungsbewirkenden, d. h. also gemäss der obigen Anschauung des alkalientziehenden Princips auch im serösen Blute noch vorhanden ist und mit grosser Energie auf andere Flüssigkeiten zu wirken vermag, fragte es sich, warum dieser Ueberschuss im Blute selbst ohne Wirkung bleibt, da doch gelöstes Albumin noch in Menge vorhanden ist, durch dessen Alkali es gesättigt werden könnte. Es fragte sich, warum ein Transsudat, dessen Gerinnung durch Blut bewirkt wurde, bei erneuertem Blutzusatze nicht noch einmal gerinnt? es müsste ja doch möglich erscheinen, auf diesem Wege dem Albumin des Transsudates seinen ganzen Besitz an Alkali, je nach der Grösse des Blutzusatzes auf einmal oder nach und nach zu entziehen, d. h. alles Albumin als Fibrin zu fällen. Nun ist es aber sehr leicht, sich davon zu überzeugen, dass dieses niemals gelingt und dass die Fibrinausscheidung in Bezug auf die Quantität immer eine Grenze erreicht, wo sie absolut aufhört und durch weiteren Blutzusatz nicht mehr anzuregen ist, obgleich der bei Weitem grösste Theil der organischen Substanz sich noch in Lösung befindet; man kann wohl bei verhältnissmässig schwacher fibrinoplastischer Einwirkung eine partielle, unvollkommene Fibrinausscheidung zu Wege bringen, aber man kann sie nicht durch Steigerung dieser Einwirkung über jene Grenze hinaus fortsetzen Eine solche Beschränkung spricht jedenfalls für die Präexistenz einer besonderen Substanz neben dem gewöhnlichen Albumin, auf welche sich die Wirkung der fibrinoplastischen Substanz bezieht, wenigstens für ein Albumin, das unter ganz besonderen Bedingungen des Gelöstseins präexistirt. Eine andere Frage, auf die ich zurückkommen werde, ist es jedoch, ob nicht dieser präexistirenden fibrinogenen Substanz bei der Gerinnung durch die fibrinoplastische Alkali entzogen wird, dann gäbe es wirklich ein präformirtes flüssiges Fibrin; oder ob es sich nicht vielmehr um eine chemische Verbindung beider Substanzen zu dem in der Mutterflüssigkeit unlöslichen Fibrin handelt.

Meine ersten Versuche zur Lösung der Präexistenzfrage knüpften an J. Müller's Angabe, dass der Faserstoff aus dem durch Salze am Gerinnen behinderten Froschblutplasma durch Aether in feinen Flocken gefällt werde, an. Ich bemerke hier

zum Voraus, dass ich mit Aether keine günstigen Resultate erzielt habe, wohl aber mit einem Gemenge von 3 Th. absolutem Alkohol und 1 Th. Aether; wie ich aus einigen späteren Versuchen ersehe, thut übrigens absoluter Alkohol allein dieselben Dienste. Da beim Blutplasma die gleichzeitige Gegenwart der fibrinoplastischen Substanz die Zuverlässigkeit der Reactionen beeinträchtigen konnte und dasselbe mehr oder weniger auch von den meisten Transsudaten gelten musste, so verschaffte ich mir eine fibrinöse, aber spontan nicht gerinnende Flüssigkeit, indem ich aus verdünntem Pferdeblutplasma die fibrinoplastische Substanz durch Kohlensäure ausschied; um eine Vergleichsflüssigkeit zu haben, verfuhr ich ebenso mit Pferdeblutserum. Nach dem Filtriren wurde die Kohlensäure aus den Filtraten ausgepumpt. Ich besass nun zwei sehr dünne Flüssigkeiten, von welchen die eine Albumin allein in Lösung enthielt, die andere, gerinnbare, Albumin plus der supponirten fibrinogenen Substanz. Setzte ich nun zu beiden kleine Quantitäten jenes spirituösen Gemenges, so zeigten sich bald Unterschiede in ihrem Verhalten, die für die eine Flüssigkeit die Gegenwart einer besonderen Proteïnsubstanz neben der gewöhnlichen wahrscheinlich machten. In der fibrinösen Flüssigkeit traten nämlich nach einiger Zeit grössere und kleinere weisse Flöckchen auf, während es in der einfachen Albuminlösung bei der blossen Trübung blieb. Diese Flocken lösten sich bei Zusatz verdünnter Säuren oder Alkalien wieder auf. In so dünnen Flüssigkeiten dauerte es längere Zeit, ehe diese Flocken erschienen, gewöhnlich zwei bis drei Tage; je mehr ich sie unter der Luftpumpe concentrirt hatte, desto schneller wirkte der Alkohol, desto grösser waren die Flocken und desto mehr zeigten sie einen gewissen Zusammenhang unter einander. Ganz entsprechende Erfahrungen machte ich an fibrinösen Transsudaten verschiedener Concentration; bei sehr grossem Eiweissgehalt schied sich in ihnen nach Alkoholzusatz eine zusammenhängende Masse aus, die äusserlich ganz einem Fibrincoagulum ähnlich sah. Aber diese Gerinnsel ebenso wie jene Flocken zerfielen bei einmaligem Schütteln der Flüssigkeit augenblicklich zu einer blossen sehr feinkörni-

gen Trübung. Man darf natürlich, um diese Ausscheidungen zu erhalten, nicht zu grosse Mengen Alkohol zusetzen, weil dadurch das gewöhnliche Albumin mitgefällt wird. Ich fand es am besten, den Zusatz tropfenweise zu machen; jeder Tropfen, indem er die Flüssigkeit berührt, coagulirt sie an der der Berührungsstelle, aber diese Fällungen lösen sich beim Schütteln derselben auf; man fährt nun so lange fort, bis sich eine ganz schwache, aber auch beim Schütteln bleibende Trübung einstellt. Ueberlässt man nun die Flüssigkeit sich selbst, so findet man nach einiger Zeit, jedoch frühestens nach 6—8 Stunden, die oben beschriebenen Ausscheidungen in ihr.

Die durch Alkohol und Aether gefällte Substanz lässt sich abfiltriren und der Rückstand löst sich in Wasser bei Zusatz einiger Tropfen sehr verdünnter Natronlauge leicht auf. Man erhält so eine klare, farblose Flüssigkeit der fibrinogenen Substanz, die nach Beimengung von Blut oder einer Lösung fibrinoplastischer Substanz gerinnt. Um dem Zweifel zu begegnen, dass diese Gerinnbarkeit vielleicht nicht sowohl auf einer Auflösung des meist kaum sichtbaren festen Rückstandes auf dem Filtrum als vielmehr auf einer Fortschwemmung der dasselbe tränkenden flüssigen Theile beruhe, habe ich später das Filtrum zuerst mit destillirtem Wasser ausgewaschen und dann erst mit höchst verdünntem Natron; es zeigte sich, dass das erste Filtrat auch gerinnbar war, aber nicht in dem Maasse wie das zweite; dort wurde immer nur sehr wenig Fibrin in Form eines unvollkommenen, leicht zerfallenden Gerinnsels ausgeschieden, während hier meist eine normal ausgeprägte feste Gerinnung eintrat. Da auf diese Weise durch Alkohol, wie ich sogleich zeigen werde, keine erschöpfende Ausscheidung der fibrinogenen Substanz zu Stande kommt, so ist es, namentlich bei solcher Concentration der angewendeten Flüssigkeit, möglich, dass die Gerinnbarkeit der alkalifreien Lösung auf einer solchen Fortschwemmung durch Alkohol nicht gefällter Flüssigkeitstheile beruht, obgleich aus anderen Gründen angenommen werden muss, dass das Wasser Spuren der fibrinogenen Substanz ebensogut wie der fibrinoplastischen aufzulösen vermag; da aber das zweite, schwach alkalische Filtrat

viel vollkommener gerinnt, so ist sicher, dass der Mehrgehalt an Faserstoff in demselben auf der leichten Löslichkeit des durch Alkohol und Aether in der ursprünglichen Flüssigkeit erzeugten Niederschlages in verdünnten Alkalien beruht.[1])

In negativer Weise wurde die Präexistenz einer fibrinogenen Substanz in den gerinnbaren Flüssigkeiten dadurch bewiesen, dass in der schwach alkalischen Lösung des Niederschlages, welchen ich in der von mir bereiteten einfachen Albuminlösung durch geringe Quantitäten Alkohol erhielt, die fibrinoplastische Substanz oder defibrinirtes Blut keine Gerinnung bewirkten, ferner durch die Möglichkeit, fibrinöse Flüssigkeiten durch Herbeiführung jener Niederschläge ihrer Gerinnbarkeit zu berauben. In Bezug auf den letzten Punkt stösst man jedoch auf Schwierigkeiten, welche darin begründet sind, dass eine erschöpfende Fällung der fibrinogenen Substanz nur durch grössere Mengen Alkohol bewirkt werden kann, durch welche dann auch ein grosser Theil des gewöhnlichen Albumins coagulirt wird; die fibrinogene Substanz wird leichter durch Alkohol präcipitirt als letzteres, aber eben nur um Weniges leichter. Der Niederschlag, den ich erhielt, wenn ich eine fibrinöse Flüssigkeit nur bis zur beginnenden Trübung mit Alkohol versetzte, bestand zwar fast nur aus fibrinogener, in ihrer Lösung bei Blutzusatz gerinnender Substanz, nach Entfernung des Niederschlages erschien der Gehalt der Flüssigkeit an Albumin im Polarisationsapparate kaum bemerkbar vermindert, aber dieselbe zeigte, nachdem ich den Alkohol und

1) Ich muss hier jedoch vor einem Irrthum warnen. Der Alkohol befördert die Fibringerinnung; in Flüssigkeiten, die so viel fibrinoplastischer Substanz enthielten, um etwa nach 12—24 Stunden spontan zu gerinnen, verlief der Process in wenigen Stunden, wenn ich ihnen mässige Mengen Alkohol zusetzte; dann hat man es natürlich nicht mit durch Alkohol gefällter fibrinogener Substanz zu thun, sondern mit gewöhnlichem Faserstoff; es ist daher sicherer zu diesen Versuchen, wenn man sich die Flüssigkeiten nicht künstlich bereiten will, nur solche Transsudate zu wählen, die in Relation zu ihrem Gehalt an fibrinogener Substanz nur unbedeutende, nicht in Betracht kommende Spuren der fibrinoplastischen besitzen, also vor Allem Hydrocelflüssigkeiten.

Aether unter der Luftpumpe entfernt hatte, immer eine wenn auch geschwächte Gerinnungsfähigkeit; es war also ein Theil des gerinnbaren Körpers in Lösung geblieben. Grössere Quantitäten Alkohol fällen zwar auch grössere Mengen des letzteren, es wird aber auch zugleich Albumin gefällt, um so reichlicher, je vollständiger man die fibrinogene Substanz auszuscheiden versucht. Dieser Niederschlag lässt sich schwer abfiltriren, auch gelingt es nicht, seine beiden Bestandtheile von einander zu scheiden, weil ein Theil des durch Alkohol präcipitirten Albumins sich gleichfalls in verdünntem Natron auflöst. Dafür gelangt man jedoch bei steigendem Alkoholzusatze an eine Grenze, wo die ursprünglich fibrinöse Flüssigkeit ihre Gerinnbarkeit total eingebüsst hat, obgleich sie noch organische Substanz in Lösung besitzt. Diese Grenze tritt aber spät ein, so dass bei einer erschöpfenden Fällung der fibrinogenen Substanz auch der grössere Theil des Albumins ausgeschieden wird. Ich versetzte gleiche Quantitäten einer Hydrocelenflüssigkeit, die 6,6% organischer Substanz enthielt, mit verschiedenen Mengen Alkohol; nach Entfernung der Niederschläge und Verdunstung des Alkohols belief sich der Eiweissgehalt der einzelnen Portionen auf 6%, 5,2%, 4,1%, 2,9% und 1,6%; sämmtliche mit Ausnahme der letzten erwiesen sich als noch gerinnungsfähig, entsprechend dem Verlust an gerinnbarer Substanz, den sie erlitten. Zwischen den Grenzen 2,9% und 1,6% war also in diesem Transsudate mit einem grossen Theil des Albumins zugleich der ganze Gehalt an fibrinogener Substanz gefällt worden. Nun können aber fibrinöse Flüssigkeiten, die 1,6% Eiweiss in Lösung besitzen, noch sehr deutlich gerinnen, sofern nicht bedeutende partielle Fibrinausscheidungen bereits stattgefunden haben; ist letzteres der Fall, so erhöht man die Deutlichkeit der Gerinnung dadurch, dass man die Flüssigkeit im luftleeren Raum auf ein kleineres Volum einengt. Dieses that ich zur Sicherheit mit den drei letzten Portionen, bis so viel Wasser abgedampft war, dass alle drei wiederum ca. 6,6% organischer Substanz in Lösung besassen; die Verhältnisse blieben auch dann unverändert dieselben, die letzte Portion blieb gerinnungsunfähig,

während die beiden anderen, namentlich die weniger stark mit Alkohol versetzte, eine erhebliche Menge Faserstoff lieferten. — Aus alledem geht hervor, dass der Gerinnbarkeit einer Flüssigkeit die Gegenwart einer eigenthümlichen fibrinogenen Substanz neben dem gewöhnlichen Albumin zu Grunde liegt, während die Gerinnung nur stattfindet bei gleichzeitiger Anwesenheit eines zweiten gerinnungserregenden Stoffes. Allein für sich kommt der eine von beiden im Blutserum vor, der andere wenigstens in überwiegender Menge in den Transsudaten. Indem man die Gerinnungsfactoren aus diesen ihren natürlichen Lösungen ausscheidet und sie dann gegen einander austauscht, kann man eine seröse (fibrinoplastische) Flüssigkeit in eine fibrinöse, nach dem Typus der Transsudate zusammengesetzte, umwandeln und umgekehrt eine fibrinöse in eine seröse. —

Die schwach alkalische Lösung dieses durch Alkohol und Aether gefällten Eiweisskörpers wurde ebenso wie die der fibrinoplastischen Substanz durch Zusatz höchst verdünnter Säuren und durch Zuleiten von Kohlensäure getrübt, die Trübung schwand beim Zuleiten von Sauerstoff. Dieses brachte mich auf die zweite Methode der Darstellung der fibrinogenen Substanz, die vollkommen mit der der fibrinoplastischen Substanz übereinstimmt. Jede gerinnbare Flüssigkeit wird nach starker Verdünnung mit Wasser durch Kohlensäure oder verdünnte Essigsäure milchig getrübt; der Grad der Verdünnung muss natürlich im einzelnen Falle dem Gehalte des Transsudates an organischer Substanz entsprechen. Ist dasselbe schon von vornherein sehr dünnflüssig, so bedarf es nur einer geringen Wässerung. Bei zu starker Verdünnung vertheilt sich die Substanz zu fein und lässt sich schwerer abfiltriren, auch scheint es, dass alsdann durch einen Ueberschuss an Kohlensäure ein Theil derselben in saure Lösung übergeht; wenigstens habe ich nach zu starker Verdünnung, sowohl bei der Darstellung der fibrinogenen als der fibrinoplastischen Substanz, häufig gesehen, dass die klar durch's Filtrum gehende Flüssigkeit nach einiger Zeit, nach dem Entweichen der überschüssigen Kohlensäure, sich wieder trübte und den gewöhnlichen weissen Niederschlag

absetzte. Die trübende Substanz der fibrinösen Flüssigkeiten löste sich in Wasser, dem eine Spur Alkali zugesetzt worden und diese Lösung gerinnt nach Zusatz von defibrinirtem Blute. Es zeigt sich jedoch, dass dieser Körper schwerer durch Kohlensäure gefällt wird als die fibrinoplastische Substanz; eine so vollkommene Ausscheidung der fibrinogenen Substanz, dass die filtrirte und auf ihr normales Volum reducirte Flüssigkeit gar nicht mehr gerinnungsfähig war, ist mir nur bei Transsudaten von höchstens 2—3 % Alb. gelungen, nicht aber bei Hydroceleflüssigkeiten, wo immer nur eine partielle Fällung stattfand.

Die Reactionen der fibrinogenen Substanz stimmen in allen Punkten mit denen der fibrinoplastischen überein. Daher kommt es, dass man häufig auch für die Transsudate einen Gehalt an Caseïn angegeben findet. Es wird dieses Vorkommen gewöhnlich als ein pathologisches bezeichnet, aber nicht blos pathologisch, sondern absolut in jedem Transsudate lässt sich eine Substanz nachweisen, die man nach ihrem chemischen Verhalten mit demselben Rechte für Caseïn ansehen kann, wie jenen regelmässigen Bestandtheil des Blutserums. Der in den Transsudaten vorkommende caseïnähnliche Stoff ist aber natürlich nur dann fibrinogene Substanz, wenn noch gar keine oder nur eine partielle Fibrinausscheidung in denselben stattgefunden hat; im anderen Falle enthalten sie fibrinoplastische Substanz und wirken auf andere gerinnbare Flüssigkeiten wie Blutserum; dieses ist am häufigsten bei dünnflüssigen, hydropischen Transsudaten der Fall.

Die einzigen Differenzen, die sich im chemischen Verhalten der fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz, soweit ich die letztere, die doch immer seltener der Untersuchung zugänglich ist, habe erforschen können, herausstellten, waren quantitativer Natur. Die fibrinogene Substanz zeigt eine geringere Empfindlichkeit gegen chemische Reagentien, als die fibrinoplastische. Sie wird, wie bereits bemerkt, schwerer gefällt, es bedarf dazu einer länger dauernden Behandlung mit Kohlensäure oder grösserer Menge verdünnter Säuren als zur Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz nöthig ist. Einmal gefällt, löst sie

sich zwar immer noch leicht in verdünntem Alkali, aber, verglichen mit letzterer, doch nur sehr schwer. Bei einem vergleichenden Versuche fand ich die aus 3 Ccm. gesättigter Lösung ausgeschiedene fibrinoplastische Substanz bei Zusatz einiger Tropfen einer etwa 120 Mal verdünnten 3°/₀ Natronlauge löslich; um eine gleiche Menge der aus einer Hydroceleflüssigkeit dargestellten fibrinogenen Substanz durch dieselbe Tropfenzahl zu lösen, durfte die Natronlauge höchstens 20 Mal verdünnt sein.

Wenn man eine künstlich dargestellte alkalische Lösung der fibrinogenen Substanz mit Alkohol versetzt, so entsteht eine feinkörnige Fällung, während dieses bei der fibrinoplastischen Substanz nicht der Fall ist; allein auch dieses begründet kein wesentliches Unterscheidungsmerkmal. Das angegebene Verhalten gegen Alkohol charakterisirt diese Substanzen nur bei einem gewissen Concentrationsgrade ihrer künstlichen Lösungen. Die Darstellungsmethode derselben, die zur Ausscheidung beider Stoffe nöthige enorme Volumsvergrösserung ihrer Mutterflüssigkeiten, die Nothwendigkeit, sie durch grosse Filtra zu filtriren u. s. w. bedingt es, dass sie immer nur sehr geringe Mengen Substanz in Lösung enthalten. Verdünnt man eine solche durch Alkohol fällbare Lösung der fibrinogenen Substanz noch weiter, so bewirkt er in ihr endlich nur eine Opalescenz; dieselbe Reaction giebt die fibrinoplastische Substanz, wenn man ihre Lösung bis zu einer gewissen Grenze concentrirt; geht man noch weiter mit der Verdichtung derselben, etwa bis das Volum der künstlichen Lösung nur den 10. oder 15. Theil der natürlichen beträgt, so wird sie durch Alkohol vollkommen gefällt. Aus dem Blutserum wird durch Alkohol die fibrinoplastische Substanz ebenso wie die fibrinogene aus den Transsudaten gefällt, aber nicht in Flocken- oder Gerinnselform, sondern in höchst fein vertheiltem Zustande als körniger Niederschlag. Vielleicht befördern hier die Serumsalze die Fällung durch Alkohol; bei Gegenwart neutraler Alkalisalze wird die fibrinoplastische Substanz durch denselben ja aus verdünnten künstlichen Lösungen ausgeschieden.

Auch das mikroskopische Ansehen dieser beiden Proteïn-

substanzen ist ein übereinstimmendes; nur besitzen die Molecularkörner der fibrinogenen Substanz eine noch grössere Neigung, unter einander zu Haufen zu verkleben. Diese Haufen erreichen eine solche Grösse, dass sie dem blossen Auge deutlich sichtbar werden; sie sinken dann rasch nieder und bilden häufig eine Schicht, die so fest am Boden des Gefässes klebt, dass sich die Flüssigkeit bequem von ihr abgiessen lässt. Eine solche Klebrigkeit zeigt der Niederschlag der fibrinoplastischen Substanz nie, vielmehr vertheilt er sich bei der geringsten Bewegung sogleich wieder durch die ganze Flüssigkeit.

Beide Substanzen verlieren ferner beim Erhitzen ihrer Lösungen ihr specifisches Vermögen, sich bei der Fibrinbildung zu bethätigen, ohne in ihrem übrigen chemischen Verhalten eine Abweichung zu erleiden. Der Parallelismus erstreckt sich ferner auch auf den Umstand, dass die Beziehung der fibrinogenen Substanz zur Gerinnung, ihre fibrinogene Natur, um so schwächer ausgeprägt erscheint, je vollkommener man sie aus ihrer natürlichen Lösung ausscheidet, d. h. je stärker die letztere zu dem Zwecke verdünnt worden ist.

Es ist mir selten gelungen, durch Zusammenbringen beider Substanzen in ihrer künstlichen Lösung eine Gerinnung zu bewirken; trat sie ein, so geschah das immer nur nach längerer Zeit, nach 1—2 Tagen. Dagegen bleibt das Resultat nie aus, wenn man die künstliche Lösung des einen Gerinnungsfactors, gleichviel welches, mit der natürlichen des anderen vermischt. Aber der Process verläuft auch dann nicht so schnell wie in einem Gemenge von Blut und Transsudat. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass beide Substanzen bei der Darstellung ihrer künstlichen Lösungen ihrer specifischen Energie theilweise verlustig gehen und dass sich beim Zusammenmischen derselben die Verluste summiren.

Wegen der chemischen Uebereinstimmung beider Substanzen ist es nicht möglich, sie aus Flüssigkeiten, in welchen sie zusammen vorkommen, gesondert auszuscheiden, da aber die fibrinogene Substanz schwerer durch Kohlensäure gefällt wird, als die fibrinoplastische, so bleibt ein Theil derselben noch in Lösung, wenn ein anderer Theil mit der ganzen Masse der

fibrinoplastischen Substanz bereits ausgeschieden ist. Dieses erklärt die bereits erwähnte Thatsache, dass nach der Ausscheidung der fibrinoplastischen Substanz aus dem Blutplasma die filtrirte Flüssigkeit zwar noch gerinnbar war, aber viel weniger Fibrin lieferte, als das natürlich gerinnende Plasma selbst. Dass durch Kohlensäure aus dem verdünnten Blutplasma wirklich beide Substanzen gefällt werden, sieht man, wenn man den Niederschlag in möglichst schwach alkalische Lösung bringt; dieselbe gerinnt innerhalb einiger Stunden, und zwar immer viel vollkommener als die Mischung beider Substanzen, wenn ihre resp. Lösungen aus dem Blutserum einerseits und den Transsudaten andererseits dargestellt worden sind. Ob es möglich ist, durch die von mir angewandte Methode die fibrinogene Substanz vollkommen aus dem Blutplasma auszuscheiden, lasse ich dahingestellt; mir ist das bei 12maliger Verdünnung und bei 40 Minuten langer Behandlung mit Kohlensäure nicht gelungen, während die fibrinoplastische Substanz unter denselben Bedingungen aus dem Blutserum in wenigen Minuten fast ihrer ganzen Masse nach herausfällt. Vielleicht ist dieser schwerer fällbare Gerinnungsfactor auch zugleich in grösserer Menge als der andere im Blute vorhanden, so dass es einer noch stärkeren Wässerung desselben zu ihrer vollständigen Ausscheidung bedarf. Der Gehalt des Pferdeblutserums an fibrinoplastischer Substanz betrug nach einer Bestimmung 0,384 %. Diese Zahl entspricht jedoch nicht der Totalmenge dieses Blutbestandtheils, sondern nur einem bei der Gerinnung gelöst bleibenden Ueberschuss; der Faserstoff stellt, wie ich sogleich zeigen werde, eine Verbindung beider Substanzen dar. Die quantitativen Verhältnisse der fibrinogenen Substanz im Blutplasma zu bestimmen, ist mir nicht möglich gewesen, weil sie sich vom anderen Gerinnungsfactor nicht trennen lässt und das Gewicht des geronnenen Faserstoffes nicht in Rechnung gebracht werden kann, so lange das Mengenverhältniss seiner Zusammensetzung unbekannt bleibt. Dazu kommt die Unmöglichkeit, diese Substanzen quantitativ genau zu fällen und die Schwierigkeit sie vollkommen abzufiltriren.

Die in meiner früheren Arbeit[1]) aufgeworfene und unentschieden gebliebene Frage, auf welchen der beiden Gerinnungsfactoren die gerinnungshemmende Wirkung der Kohlensäure und der verdünnten Säuren zu beziehen sei, beantwortet sich gegenwärtig so, dass eben beide den Angriffspunkt für diese Säuren darbieten, wegen ihrer leichteren Fällbarkeit und grösseren Löslichkeit aber vorzugsweise die fibrinoplastische Substanz. Dasselbe muss nun auch von allen übrigen, die Gerinnung modificirenden Einflüssen gelten, und es ist Alles, was in dieser Beziehung bei Gelegenheit der fibrinoplastischen Substanz ausführlicher besprochen worden ist, auch auf die fibrinogene zu übertragen. Alkalien, Salze, Säuren, Wasserzusatz zum Blute u. s. w. können je nach Umständen die Gerinnung verzögern und hemmen oder sie befördern, indem sie auf beide Gerinnungsfactoren wesentlich in derselben, aber quantitativ in verschiedener Weise einwirken. Aus dem letzten Punkte folgt, dass überall, wo ein Theil der Gerinnungsfactoren durch den Einfluss dieser Stoffe der Gerinnung entzogen wird, nicht blos die Menge des geronnenen Faserstoffes vermindert sein, sondern auch die Gerinnung langsam verlaufen muss; sie bedingen nicht blos eine absolute Verminderung beider Substanzen, sondern zugleich immer auch eine relative der fibrinoplastischen, einen Verlust an fibrinoplastischer Kraft.

---

3. Chemismus der Gerinnung.

Ueberblickt man die bisherigen Thatsachen, so wird man in Betreff des chemischen Vorganges bei der Gerinnung dazu gedrängt, vorzugsweise zwei Möglichkeiten in's Auge zu fassen. Entweder die fibrinoplastische Substanz entzieht der fibrinogenen das Alkali, welches sie in Lösung erhält, letztere scheidet sich dabei als Faserstoff aus, während erstere ihrer ganzen Menge nach in Lösung bleibt, oder es entsteht eine in der Mutterflüssigkeit unlösliche Verbindung beider Proteïnstoffe

1) A. a. O., S. 583.

und nur ein Ueberschuss der fibrinoplastischen Substanz, als der leichter löslichen, wird durch das Alkali in Lösung erhalten. In beiden Fällen findet eine Präexistenz statt, aber es fragt sich nur, ob dieselbe wirklich auf ein isomeres, flüssiges Fibrin zu beziehen sei oder ob es zwei Muttersubstanzen des Faserstoffes gebe.

In vieler Beziehung gewinnt der Gerinnungsprocess durch die erste Annahme eine ungezwungene Erklärung. Die fibrinoplastische Substanz ist ausserordentlich leicht löslich in Alkalien, sie besitzt also ein grosses Anziehungsvermögen für dieselben, ein grösseres als die fibrinogene; indem sie die letztere ihres Lösungsmittels beraubt, bleibt sie zwar ihrer ganzen Masse nach im Serum gelöst, aber sie ist so weit mit Alkali gesättigt, dass sie nur noch einen geringen Ueberschuss an Anziehungskraft für dasselbe nachbehält. Von diesem Gesichtspunkte aus und weil auch ihre schwach alkalische künstliche Lösung fibrinoplastisch wirkt, müsste man dieser Substanz das Vermögen zuerkennen, mehr Alkali zu binden, als zu ihrer vollkommenen Auflösung nöthig ist. Sättigt man die fibrinoplastische Substanz künstlich durch Zusatz von Alkalien oder von Mittelsalzen, letztere nach Verhältniss ihres Lösungsvermögens, ihrer Affinität zu derselben, so kann keine Gerinnung stattfinden, sie kann erst eintreten beim Neutralisiren des zugesetzten Alkali oder wenn man neue fibrinoplastische Substanz in die Flüssigkeit bringt; die Anziehungskraft der Salze wird durch Wasserzusatz herabgesetzt u. s. w. Alles dieses konnte jedoch nur die Möglichkeit und nicht die Gewissheit begründen, so lange der directe Beweis, dass wirklich eine Alkalientziehung bei der Gerinnung stattfindet, fehlte, und so lange aus der Hypothese einer chemischen Verbindung beider Gerinnungsfactoren zu Fibrin sich, wie ich später zeigen werde, eine ebenso zutreffende Deutung aller Gerinnungsphänomene ableiten liess.

Innerhalb beider Annahmen lag jedoch eine Consequenz, deren experimentelle Prüfung die Möglichkeit gewährte, den Zweifel zu beseitigen. Wenn das Wesen der Gerinnung darin besteht, dass der fibrinogenen Substanz durch die fibrinopla-

stische Alkali entzogen wird, so muss letzteres dabei noch inniger gebunden werden, als es vor der Gerinnung der Fall war; nur vermöge ihrer grösseren Affinität zu demselben kann ja die fibrinoplastische Substanz der fibrinogenen Alkali entziehen. Jedenfalls kann die Flüssigkeit nicht nach der Gerinnung mehr freies Alkali enthalten, als vorher. Findet jedoch eine Verbindung beider Substanzen zu Fibrin statt, so wird das jede einzeln im Blutplasma lösende Alkali frei; vermöge ihrer grösseren Anziehung wird zwar ein Theil der fibrinoplastischen Substanz von dem frei gewordenen Alkali gebunden und in Lösung erhalten, aber es lässt sich annehmen, dass dieser Ueberschuss nicht hinreicht, um die ganze Masse des früher mit beiden Substanzen verbunden gewesenen Alkali zu sättigen; danach müsste der Gehalt des Blutserums an freiem Alkali grösser sein, als der des Blutplasmas. Um das Freiwerden von Alkali bei der Gerinnung zu constatiren, setzte ich zu einer sehr concentrirten Hydroceleflüssigkeit eine zum Zustandekommen einer schnellen Gerinnung hinreichende Menge Rinderblut, neutralisirte dann das Gemenge genau mit verdünnter Essigsäure und wartete die Gerinnung ab. Nachdem sie beendet, prüfte ich die Reaction der Flüssigkeit; sie war wieder freilich sehr schwach alkalisch geworden. In derselben Weise bin ich später mit Pferdeblutplasma verfahren mit ganz demselben Resultate. Um zu erfahren, wie viel Alkali, im Verhältniss zu der Quantität des im Blutplasma enthaltenen freien Alkali, durch die Gerinnung frei wird, stellte ich einige alkalimetrische Bestimmungen an, in welchen ich das zu diesem Zwecke in Anwendung gezogene Pferdeblutplasma vor und nach der Gerinnung mit $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure neutralisirte. Die Resultate von drei Versuchen stelle ich in Folgendem zusammen.

Plasma.

Versuch I.	100 Ccm. verbrauchen zur Sättigung 0,124 Gr. SO^3, entspricht 0,097 Gr. freien Natrons.
Versuch II.	100 Ccm. — 0,130 Gr. SO^3 - 0,101 Gr. NaO.
Versuch III.	100 Ccm. — 0,121 Gr. SO^3 — 0,094 Gr. NaO.

Vom Kuchen abgelaufenes Serum,
nach Abzug des Volums der zugesetzten SO^3.

Versuch I. 90,8 Ccm. verbrauchen 0,0076 Grm. SO^3,
entspricht 0,0058 Grm. frei gewordenen NaO.
Versuch II. 93,4 Ccm. — 0,012 Gr. SO^3 — 0,0093 Gr. NaO.
Versuch III. 87,6 Ccm. — 0,0099 Gr. SO^3 — 0,0077 Gr. NaO.

Die Menge des durch die Gerinnung frei gewordenen Alkalis betrug also das erste Mal ungefähr den 16. Theil des vor der Gerinnung im Blute gefundenen freien Alkalis, das zweite Mal den 10. und das dritte Mal den 11. Theil. Ich stellte noch folgenden Versuch an: Zu 100 Ccm. von den zum Versuch III. angewandtem Pferdeblutplasma setzte ich 0,136 Gr. SO^3. Die Reaction war also ganz schwach sauer. Versuch III. und IV. fanden gleichzeitig statt. Nach einer Stunde waren beide Flüssigkeiten geronnen, aber die schwach angesäuerte nur zu einzelnen schlaffen Klumpen; erst am folgenden Tage fand ich die ganze Flüssigkeit geronnen. Die von diesem Gerinnsel in einem Trichter ablaufende Flüssigkeit gerann aber sehr bald von Neuem; dieses wiederholte sich am Nachmittage desselben Tages noch einmal, endlich fand ich auch am Vormittage des dritten Tages unbedeutende flockige Fibrinausscheidungen. Die Flüssigkeit war bereits nach der zweiten Gerinnung neutral geworden, am 3. Tage reagirte sie ganz schwach alkalisch. Sie bedurfte jetzt zur Neutralisation 0,00028 Gr. SO^3, enthielt also 0,00021 Gr. freies Natron. Es war hier also eine ganz geringe Menge Natron mehr durch die Gerinnung frei geworden als in Versuch III. Durch schwache Ansäuerung wird ein Theil der Gerinnungsfactoren im unverdünnten Blute präcipitirt; indem nun der in Lösung bleibende Rest sich zu Fibrin verbindet, wird die überschüssige Säure durch das dabei frei werdende Alkali abgestumpft, jenes Präcipitat wieder aufgelöst und dadurch die Möglichkeit zu neuen Gerinnungen gegeben; reicht das frei gewordene Alkali nicht aus, um das ganze Präcipitat auf einmal aufzulösen, so muss eine dritte Gerinnung entstehen u. s. f. Meine frühere Angabe, dass die Gerinnung in sauren Flüssigkeiten

nicht eintreten könne, erleidet also in dem Falle eine Ausnahme, wenn die saure Reaction so schwach ist, dass sie durch das den Gerinnungsfactoren angehörige Alkali aufgehoben werden kann; ist sie nur etwas stärker sauer, so bleibt die Gerinnung aus.

Diese Thatsachen beweisen, dass der Faserstoff aus einer Verbindung der fibrinoplastischen Substanz mit der fibrinogenen hervorgeht und dass die Gerinnung den chemischen Process dieser Verbindung und nicht den einer Ausscheidung der einen Substanz durch die andere darstellt. Die Präexistenz eines flüssigen isomeren Faserstoffes muss geläugnet werden, weil zwei fibringebende Substanzen präexistiren. Danach passen die an die früher gangbaren Anschauungen anknüpfenden Bezeichnungen fibrinoplastische und fibrinogene Substanz auch nicht mehr, da beide Stoffe gleiche Berechtigung auf beide Namen haben; ich behalte dieselben jedoch aus Bequemlichkeitsrücksichten bei, da sie nicht leicht zu Irrungen Veranlassung geben können.

Durch den Vorgang der Gerinnung wird Alkali frei, indem die Anziehung der beiden Proteïnsubstanzen zu einander die zum Alkali überwindet. Der aus der Verbindung hervorgegangene neue Körper ist unlöslich in der Mutterflüssigkeit und muss sich ausscheiden. Da aber die lösende Kraft des Alkalis nicht plötzlich auf Null herabsinkt, so wird in diesem Kampfe entgegengesetzter Anziehungen die Ausscheidung in dem Momente stille stehen, wo das Gleichgewicht hergestellt ist; es wird ein Theil der Substanzen als Fibrin sich ausscheiden, während ein anderer Theil, um so inniger an Alkali gebunden, gelöst bleibt. Bei normalem Alkaligehalt des Blutes gestalten sich die Verhältnisse jedoch immer so, dass nur ein Theil der fibrinoplastischen Substanz als der leichter löslichen durch das Alkali in Lösung erhalten bleibt; dieser nachträglich im Serum sich findende Theil hat also nicht bei der vorangegangenen Fibrinausscheidung mitgewirkt. Je alkalireicher das Blut ist, desto grösser ist die in Lösung bleibende, desto geringer die mit der fibrinogenen Substanz sich verbindende Menge dieses Stoffes. Nun habe ich früher durch künstliche Gerinnungs-

versuche nachgewiesen, dass bei gleichen Bedingungen in Bezug auf die fibrinogene Substanz die Gerinnung um so schneller verläuft und dabei ein um so festerer Faserstoff ausgeschieden wird, je grösser die Menge der dargebotenen fibrinoplastischen Substanz ist. Hieraus erklärt sich von selbst, warum Vermehrung des Alkaligehaltes im Blute die Gerinnung verzögert und die Bildung eines gallertartigen, lockeren Faserstoffes bedingt. Da nun aber auch hier trotz der Alkalivermehrung, wie in Fällen, wo defibrinirtes Blut oder fibrinoplastische Substanz in sehr geringen Mengen zu einem Transsudat gesetzt werden, doch die ganze vorhandene Menge der fibrinogenen Substanz ausgeschieden werden kann, so folgt, dass die Componenten des Faserstoffes in beliebigen Verhältnissen aneinander treten können; ihre quantitativen Beziehungen zu einander drücken sich nur aus in der Zeitdauer der Gerinnung, in der Consistenz des geronnenen Faserstoffes und nothwendiger Weise auch im Gewicht des letzteren. Bei weiterer Alkalivermehrung kann es aber auch dahin kommen, dass nur eine partielle Gerinnung in Bezug auf die fibrinogene Substanz stattfindet, ein Theil der letzteren wird gleichfalls in Lösung erhalten, oder, anders ausgedrückt, dieselbe vermag der überwiegenden Menge des Alkalis nur einen so unbedeutenden Bruchtheil der fibrinoplastischen Substanz zu entziehen, dass sie selbst durch denselben nur theilweise gefällt wird. Endlich muss bei noch grösserem Alkalireichthum eine Grenze eintreten, wo eine Verbindung beider Gerinnungsfactoren, indem ihre Affinität zu einander absolut überwunden wird, gar nicht mehr stattfinden kann, d. h. wo die Gerinnung ganz aufgehoben ist. Dann muss aber das Spiel der Anziehungen und ihre Wirkung, die Gerinnung, wieder sich einstellen, wenn das überschüssige Alkali neutralisirt oder wenn der Gehalt der Flüssigkeit an fibrinoplastischer Substanz dem Alkaliüberschuss entsprechend vermehrt wird. Beides wird, wie ich bereits früher erwähnt, durch den Versuch bestätigt.

Der Gehalt des Blutserums an fibrinoplastischer Substanz ist also nur als ein überschüssiger zu betrachten, er ist geringer als der der ungeronnenen Blutflüssigkeit; dazu kommt,

dass dieser Ueberschuss von der ganzen bei der vorangegangenen Gerinnung freigewordenen Alkalimenge gebunden wird; beides erklärt die schwache fibrinoplastische Wirksamkeit des Blutserums. Vermischt man Blutserum mit einer fibrinösen Flüssigkeit, so muss der Process zwar von Neuem beginnen, aber durch das quantitative Missverhältniss zwischen Alkali und fibrinoplastischer Substanz wird ihm bald eine Grenze gesetzt sein, das Gleichgewicht der Anziehungskräfte wird sich bereits herstellen, nachdem dem Alkali verhältnissmässig geringe Quantitäten fibrinoplastischer Substanz durch die fibrinogene entzogen worden sind. Die Gerinnung verläuft demnach langsam und im neuentstandenen Serum bleibt wiederum ein Ueberschuss der fibrinoplastischen Substanz gelöst, der absolut geringer, relativ grösser ist als der aus der ersten Gerinnung hervorgehende; das Lösungsmittel dieses Ueberschusses hat sich wiederum um das freigewordene der fibrinogenen Substanz angehörige Alkali vermehrt. Für die fibrinoplastische Wirkung dieses Serums zweiter Ordnung gelten natürlich die eben angeführten Gesichtspunkte in noch erhöhterem Maasse, aber sie kann jedenfalls stattfinden. Theoretisch lässt sich keine Grenze feststellen für die successive Uebertragbarkeit der Gerinnung von einer Flüssigkeit durch den flüssig bleibenden Theil auf andere, aber da durch den jedesmaligen Gerinnungsprocess selbst eine absolute Verminderung des wirkenden Stoffes und eine absolute Vermehrung seines Lösungsmittels zugleich, also auch eine absolute und relative Verminderung des an der nächst folgenden Fibrinausscheidung sich betheiligenden Quantums dieses Stoffes bedingt ist, so muss diese Grenze für die Beobachtung doch bald eintreten; es müssen die Erscheinungen bei diesen Uebertragungen denen bei steigender Alkalivermehrung im gerinnenden Blute entsprechen. Auf diese Weise erklärt sich die scheinbare Uebereinstimmung der Gerinnung mit einer fermentativen Bewegung und andererseits versteht man den Zusammenhang jener Thatsachen, die, wie ich in meiner früheren Arbeit hervorhob, die Idee von der fermentativen Natur des Gerinnungsprocesses nicht aufkommen liessen, so die geringe Energie des übertragenen Processes im Vergleich mit

der des primären, die nach dem zweiten, dritten oder vierten Male eintretende Unmöglichkeit der weiteren Uebertragung, so zwar, dass der zuletzt übertragene Process meist stille steht vor beendeter Ausscheidung der fibrinogenen Substanz, überhaupt, wie ich mich damals ausdrückte, die Möglichkeit des Verbrauchs des Gerinnungserregers u. s. w.[1])

Die Mittelsalze verzögern die Gerinnung oder heben sie ganz auf, nach denselben Gesetzen wie die kaustischen oder kohlensauren Alkalien. Ihre Wirkung beruht auf ihrer Anziehung zu der fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz, durch welche sie dieselben in Lösung erhalten. Da dieselbe jedoch viel geringer ist, als die der Alkalien, so können sie auch nur in verhältnissmässig kolossalen Mengen ein Aequivalent für die letzteren abgeben. Indem Wasserzusatz die Lösungskraft derselben herabsetzt, wird ein Theil der Substanzen wieder frei und kann sich zu Fibrin verbinden. Je grösser der Wasserzusatz ist, desto vollständiger muss die Gerinnung sein. Es kommt aber bei der Hemmung der Gerinnung durch Salze noch ein anderes Moment in Betracht. Indem sie die Concentration der Flüssigkeit erhöhen, unterbrechen sie die Exosmose der Zellen, sofern sie den Austritt organischer Substanz betrifft; umgekehrt befördert ja mässige Verdünnung des Blutes die Gerinnung, indem dadurch der Blutzelleninhalt frei wird. Wird durch Salze flüssig erhaltenes Blut mit Wasser verdünnt, so muss die Exosmose wieder beginnen, es muss also auch, wie es von den meisten Beobachtern angegeben wird und wie ich es selbst regelmässig erfahren habe, die Gerinnung schneller verlaufen und dabei mehr Fibrin ausgeschieden werden, wenn man das salzige Blut in ganzer Substanz verdünnt, als wenn dieses blos mit dem von den Zellen abgehobenen salzigen Plasma geschieht.

Der Einfluss, den einfach kohlensaure Alkalien auf die Gerinnung ausüben, entspricht ganz dem der kaustischen, nur ist er weniger intensiv. Eine durch diese Salze gehemmte Gerinnung wird gleichfalls durch Wasserzusatz nicht wieder her-

---

1) A. a. O. S. 565.

vorgerufen. Nach Zimmermann gilt dies indess nur von destillirtem Wasser und nicht von Brunnenwasser.[1]) Den Grund dafür sehe ich in dem Gehalte des letzteren an Kohlensäure welche das überschüssige Alkali der Flüssigkeit mehr oder weniger saturirt. Wie Brunnenwasser verhält sich destillirtes Wasser, durch welches Kohlensäure geleitet worden ist. Nur muss man sich hüten, wenn das Wasser ganz mit Kohlensäure gesättigt worden ist, grosse Quantitäten desselben zum Blute zu setzen; dann sind die beiden Hauptbedingungen zur Fällung der Fibrinbestandtheile aus ihrer alkalischen Lösung vor Eintritt der Gerinnung gegeben; man erhält das bekannte körnige Präcipitat. Setzte ich zu Pferdeblut nur soviel kohlensaures Natron als gerade zur Hemmung der Gerinnung erforderlich war, so stellte sie sich wieder ein, wenn ich das Blut mit $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Volum destillirten Wassers, das mit Kohlensäure gesättigt worden, verdünnte. — Es ist natürlich, dass das Brunnenwasser wegen seines geringeren Gehaltes an Kohlensäure denselben Effect nur in grösseren Quantitäten ausüben kann.

Man wird annehmen können, dass der Einfluss, den die Temperatur auf die Gerinnung ausübt, auf einer Steigerung resp. Herabsetzung der chemischen Verwandtschaft zwischen beiden Fibrinbestandtheilen, die sich wie Fibrinsäure und Fibrinbase zu einander verhalten, beruht. Indem die Wärme ihre Anziehung zu einander steigert, wird ein grösseres Quantum fibrinoplastischer Substanz dem Alkali entzogen und zur Fibrinbildung verbraucht als in niedriger Temperatur; einerseits wird dadurch die Gerinnung beschleunigt und die Entstehung eines relativ festen Faserstoffes befördert, andererseits muss der in Lösung bleibende Ueberschuss dieser Substanz in demselben Verhältnisse ein geringerer sein. Letzteres wird dadurch bewiesen, dass die fibrinoplastische Energie des Blutserums viel geringer ist, wenn die Gerinnung bei erhöhter, als wenn sie bei erniedrigter Temperatur stattfand.[2])

1) Zimmermann, „über den Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung", in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd. I, Seite 136.

2) Man kennt nicht die chemische Veränderung, welche das Ei-

Schlagen des Blutes hat denselben Effect in Bezug auf die Gerinnung, wie Erhöhung der Temperatur; der Process wird beschleunigt, der Faserstoff ist ganz besonders zäh und contractionsfähig und die fibrinoplastische Energie des ausgeschlagenen Blutes ist im Vergleich mit der des ausgepressten eine verminderte. Ich hielt anfangs dafür, dass durch die vielfache Berührung mit einem fremden Körper die Blutkörperchen prädisponirt würden, grössere Mengen der fibrinoplastischen Substanz in die Flüssigkeit austreten zu lassen. Dafür sprach die von mir bei künstlichen Gerinnungsversuchen gemachte Erfahrung, dass bei Gegenwart von Blutzellen in einer gerinnenden Flüssigkeit der Process durch Zusatz fein vertheilter indifferenter Körper beschleunigt wurde.[1]) Wenn dieses Moment nun auch mit in Rechnung kommen mag, so muss ich gegenwärtig doch den Haupteffect des Schlagens auf etwas Anderes beziehen. Schlägt man eine künstliche Lösung der fibrinoplastischen oder fibrinogenen Substanz, so wird dieselbe sehr bald trübe; die Trübung ist bedingt durch die Ausscheidung eines Theiles der gelösten Substanz in Form von Molecularkörnchen. Diese Körnchen verhalten sich jedoch ganz anders als die durch Kohlensäure oder verdünnte Essigsäure beim Neutralisiren derselben Lösungen ausgeschiedenen; unter dem Mikroskop betrachtet, zeigen sie eine sehr verschiedene

---

weiss bei seiner Coagulation in der Hitze erleidet. Vielleicht giebt die Gerinnung des Faserstoffes den Typus ab für diesen Vorgang. Auch bei der Gerinnung des Eiweisses wird Alkali frei. Vielleicht entsteht auch hier ein neuer unlöslicher Körper durch Verbindung zweier präexistirender Substanzen, die aber eine so geringe Anziehung zu einander besitzen oder so innig an Alkali gebunden sind, dass ihr Aneinandertreten nur in hoher Temperatur stattfinden kann. — Der Körper, welcher aus verdünntem Hühnereiweiss durch Kohlensäure gefällt wird, stellt vielleicht einen Theil jener präexistirenden Substanzen dar. Der Rückstand einer bei niederer Temperatur getrockneten Albuminlösung kann bis 100° erhitzt werden, ohne in den unlöslichen, coagulirten Zustand überzugehen; dieser Uebergang, als auf einer chemischen Verbindung beruhend, könnte eben nur stattfinden, wenn das Eiweiss sich im Zustande des Gelöstseins befindet.

1) A. a. O. S. 720.

Grösse, aber auch die kleinsten sind weniger klein als die letzteren, die grössten sind meist unregelmässig, eckig gestaltet; sie besitzen ferner keine Neigung zur Haufenbildung und sind schwer löslich in Essigsäure und in Alkalien. Immer waren sie untermischt mit jenen unter dem Namen Faserstoffschollen bekannten glatten eckigen Gebilden, die auch im geschlagenen Blute am reichlichsten vorkommen und die man in neuerer Zeit für dem Beobachter angehörige Epithelialzellen erklärt hat. Wird Blutserum anhaltend geschlagen, so stellt sich eine entsprechende Trübung ein. Prüft man die Reaction einer durch Schlagen getrübten Lösung dieser Substanzen, so findet man sie stärker alkalisch als vor dem Schlagen. Es wird also durch das mechanische Moment des wiederholten Contactes mit fremden Körpern eine partielle Trennung der fibrinoplastischen sowohl als der fibrinogenen Substanz von ihrem Lösungsmittel bewirkt, oder die Lösungskraft des Alkalis für dieselben relativ überwunden. Enthält eine Flüssigkeit beide Substanzen neben einander in Lösung, so kommt auf diese Weise das Schlagen ihrer Anziehung zu einander zu Hülfe; jede einzelne, für sich gelöst, wird zwar durch Schlagen in Körnchenform ausgeschieden, im ungeronnenen Blute treffen sie aber beide in statu nascenti an einander und verbinden sich zu Fibrin. Ausserdem befördert das Schlagen die Gerinnung auch noch in negativer Weise, indem ein Gerinnungshinderniss durch Entfernung der Kohlensäure beseitigt wird. — Wenn das Schlagen in dieser Weise wirkt, so lässt sich allerdings fragen, warum dann Kohlensäure, verdünnte Essigsäure u. s. w. nicht ebenfalls, indem sie durch Alkalientziehung das Auseinandertreten der Gerinnungsfactoren im status nascenti bedingen, den Process ihrer Verbindung befördern, statt ihn im Gegentheil zu verzögern. Eine genügende Antwort auf diese Frage zu geben, bin ich ausser Stande, aber hinweisen will ich wenigstens auf die oben besprochenen Verschiedenheiten, welche beide Fibrinbestandtheile darbieten, je nachdem sie aus ihren resp. Lösungen durch Schlagen oder durch Neutralisation mittelst Säuren gefällt worden sind; es erscheint demnach als möglich, dass dieselben bei der zweiten Art der

Ausscheidung nicht bloss ihres Lösungsmittels beraubt, sondern dass sie dabei, wie ich es schon früher ausgesprochen, auch zugleich materiell irgendwie verändert werden. Factisch ist jedenfalls, dass im Blutplasma auch bei geringer Verdünnung durch Kohlensäure und verdünnte Essigsäure die Gerinnung nicht befördert, sondern unter Fällung eines Gemenges beider Gerinnungsfactoren in Körnchenform verzögert wird. — In einer etwas anderen Weise gelang es mir jedoch, Fibrinausscheidungen durch Saturation des Alkali zu Stande zu bringen. Ich brachte einen Theil des in stark verdünntem Pferdeblutplasma durch verdünnte Essigsäure erzeugten Niederschlages in saure Lösung, den anderen in alkalische. Indem sich beim Zusammenbringen dieser Flüssigkeiten die Lösungsmittel gegenseitig neutralisiren, treffen die Substanzen im Momente des Freiwerdens an einander und es wird Fibrin ausgeschieden. Jeder Tropfen der sauren Lösung, den ich in die alkalische fallen liess, bildete im Momente der Berührung ein vollkommenes Coagulum, nicht etwa eine Trübung. Das weisse und undurchsichtige Gerinnsel entsprach ungefähr der Grösse des Tropfens, zeigte eine feine membranöse Structur und grenzte sich scharf von der umgebenden Flüssigkeit ab; verdünnte Säuren und Alkalien veränderten dasselbe gar nicht, in concentrirtem Natron löste es sich auf; concentrirte Essigsäure machte es gallertartig aufquellen, dabei wurde es farblos und durchsichtig; bei starkem Schütteln zerfiel es zu Fetzen und Flocken. Brachte ich mehre Tropfen nach einander in die Flüssigkeit, so verschmolzen die einzelnen Gerinnsel zu einer einzigen zusammenhängenden Masse, durch leichte Bewegung unterstützt man diese Verschmelzung; lässt man jetzt die Flüssigkeit ruhig stehen, so findet man nach einiger Zeit, dass sich die ganze voluminöse Masse zu einem einzigen zähen Fibrinklümpchen contrahirt hat.

Mit dem so eben in Betreff des Einflusses, den Wärme und Berührung mit fremden Körpern auf die Gerinnung ausüben, Gesagten stimmen vollkommen die Angaben Abeille's überein, denen zufolge die Menge des geronnenen Fibrins ab-

hängt von der Art seiner Gerinnung.[1]) So soll von zwei Portionen desselben Blutes, die geschlagene mehr Fibrin liefern als die in der Ruhe gerinnende; lässt man die eine bei 0° gerinnen, die andere bei gewöhnlicher Temperatur, so soll die erstere eine beträchtliche Fibrinverminderung zeigen; erwärmtes Blut soll beim Schlagen mehr Fibrin liefern, als Blut bei gewöhnlicher Temperatur, doch so, dass Schlagen von grösserer Bedeutung für die Fibrinvermehrung ist als die Temperaturerhöhung. Ich zweifle nicht an der Richtigkeit dieser Angaben, weil sie vollkommen mit allen von mir gesammelten Thatsachen übereinstimmen. Sie finden ihre leichte Erklärung in dem Umstande, dass die fibrinogene Substanz mit der fibrinoplastischen sich in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden vermag und dass Temperaturerhöhung sowohl als Berührung mit fremden Körpern einen reichlicheren Eintritt des letzteren in die Verbindung bedingt, resp. die Hindernisse der Verbindung vermindert. Dem entsprechend steigern Wärme oder Schlagen des Blutes, abgesehen von der Gewichtszunahme, auch die Contractionsfähigkeit des Faserstoffes. Diese Gewichtsdifferenzen blieben aber ganz unerklärlich, wenn bei der Gerinnung nur eine Ausscheidung der fibrinogenen Substanz durch die fibrinoplastische stattfände. Mag das Blut bei hoher oder bei niedriger Temperatur gerinnen, mag man es schlagen oder in der Ruhe gerinnen lassen, immer findet man es, wenigstens unter normalen Verhältnissen, seines ganzen Gehaltes an fibrinogener Substanz beraubt; das Gewicht des aus gleichen Mengen desselben Blutes ausgeschiedenen Faserstoffes müsste also trotz der Verschiedenheit der Gerinnungsbedingungen überall dasselbe sein, wenn es nicht ausser der fibrinogenen Substanz noch einen zweiten Fibrinbestandtheil gäbe, dessen quantitative Verhältnisse von diesen äusseren Gerinnungsbedingungen abhängige Schwankungen darbieten.[2])

1) Comptes rendus XXXII, p. 378.

2) Im Gebiete der unorganischen Chemie stimmt das Verhalten der Kieselsäure und der Thonerde ganz mit dem der fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz überein. Die Kieselsäure ist eine schwache Säure, die Thonerde verhält sich wie die fibrinogene Substanz, gegen

Brücke extrahirte wohlausgewaschenes Ochsen- und Menschenfibrin mit verdünnter Salzsäure und fand dann in der Lösung Kalk, Magnesia und Phosphorsäure, aber die letztere bei weitem nicht in der Menge, um mit der Gesammtheit der Basen phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Ammoniakmagnesia zu bilden. Es fragt sich, wie diese Basen während des Lebens in Lösung erhalten werden. Brücke vermuthet, dass das Blut Albuminate enthalte, welche während der Gerinnung durch Säuren, die Kalk und Magnesia in Lösung erhalten haben, zersetzt werden, und dass somit unlösliche Verbindungen von Kalk und Magnesia entstehen, andererseits ein Eiweisskörper unlöslich ausgeschieden wird.[1]) Das Auftreten jener unlöslichen Verbindungen von Kalk und Magnesia erklärt sich indess eben so gut aus der von mir gegebenen Theorie der Gerinnung, indem das bei der Fibrinausscheidung sich abspaltende Alkali jene Kalk und Magnesia während des Lebens in Lösung erhaltenden Säuren bindet. Durch die Gegenwart löslicher Kalk- und Magnesiaverbindungen im Blute muss das Freiwerden von Alkali bei der Gerinnung bis zu einem gewissen Grade verdeckt werden.

Durch Versuche mit Pferdeblutserum und Pferdeblutplasma, welches er durch eine Kältemischung flüssig erhielt, suchte Brücke ferner nachzuweisen, dass im Blute gar kein gelöstes Fibrin als besondere Eiweisssubstanz dem Serumalbumin gegenüberstehe. Er fand, dass in beiden Flüssigkeiten die or-

---

Säuren als Base, gegen starke Basen als schwache Säure; die chemische Spannung zwischen beiden ist also eine geringe. Ihre Verbindungen mit Alkalien sind in Wasser löslich. Beide Stoffe werden aus ihrer alkalischen Lösung durch Säuren gefällt und lösen sich im Ueberschusse derselben wieder auf. Bringt man eine Lösung von kohlensaurem Kali und von Thonerdekali zusammen, so scheidet sich kieselsaure Thonerde gallertartig aus, es wird dabei Alkali frei, welches einen Ueberschuss jener Stoffe in Lösung erhält; die alkalische Reaction der Flüssigkeit ist vermehrt. Es bleibt um so mehr in Lösung, d. h. die Verbindung der Kieselsäure mit der Thonerde wird um so mehr behindert, je grösser der Alkaliüberschuss ist.

1) Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes. Virchow's Archiv 1857, S. 186.

ganische Substanz ganz übereinstimmende Reactionen gab. — Aus anderen Gründen habe ich mich gleichfalls gegen einen im Blute präformirten Faserstoff erklärt, doch will ich hier noch hervorheben, dass die Ergebnisse der Brücke'schen Versuche nicht gegen die Präexistenz der beiden Componenten des Faserstoffes sprechen. Brücke verdünnte Pferdeblutplasma mit dem gleichen Volum Wasser, dem so viel Essigsäure zugesetzt war, dass die Gerinnung behindert wurde, darauf wurde die Flüssigkeit nahezu neutralisirt. Sie gerann nicht bei gewöhnlicher Temperatur, wohl aber in der Hitze. Das Präcipitat wurde abfiltrirt. Ebenso verfuhr Brücke mit Blutserum. Er fand nun, dass das Filtrat in beiden Fällen die gleichen Reactionen gegen Salpetersäure und Sublimatlösung (Trübung) und gegen Tannin (weisser Niederschlag, der aber zu unbeträchtlich war, als dass er die ganze albuminoide Substanz darstellen konnte, durch deren Gerinnung Fibrin entsteht) gab und dass das Gewicht des getrockneten Rückstandes dieser Filtrate nur eine äusserst geringe Differenz zeigte.[1]) Es war also durch Hitze sowohl der Theil der organischen Substanz, der nur bei hoher Temperatur gerinnt, als auch der bei gewöhnlicher Temperatur gerinnende ausgeschieden worden. Das beweist aber noch nicht die Identität beider. Indem in diesen Versuchen Serum und Plasma angesäuert wurden, letzteres bis zur Aufhebung der Gerinnung, wurden die Muttersubstanzen des Fibrins in saure Lösung gebracht; bei fast vollkommener Saturation der Säure in der verdünnten Flüssigkeit musste ein Theil dieser Substanzen feinkörnig ausgeschieden werden. Brücke giebt daher auch ausdrücklich an, dass die Flüssigkeiten beim Abstumpfen der Säure trüb wurden, namentlich wenn statt Essigsäure Weinsteinsäure, Phosphorsäure oder Oxalsäure angewendet worden war, aber mitunter in einer den Versuch störenden Weise auch bei Anwendung der Essigsäure. Dieser Theil war also schon bei gewöhnlicher Temperatur gefällt worden; von dem in Lösung bleibenden Reste ist anzunehmen, dass er beim Erhitzen durch die Serumsalze mit

1) A. a. O. S. 189.

dem Albumin präcipitirt wurde; auch beim Erhitzen einer Linsensubstanzlösung werden beide Stoffe ausgeschieden. Wenn die Salze des Serums nicht ausreichen zur vollkommenen Fällung dieser Substanzen, so muss ein Bruchtheil gelöst bleiben und sich im Filtrat der durch Hitze coagulirten Flüssigkeit nachweisen lassen; die Reactionen dieser Filtrate müssen aber in beiden Fällen dieselben sein, weil sich die fibrinoplastische Substanz von der fibrinogenen überhaupt chemisch nicht unterscheiden lässt.

Es konnte nicht fehlen, dass die Abhängigkeit der Blutgerinnung von den Blutkörperchen, wenn sie auch nicht unmittelbar in die Augen springend ist, sich in manchen Erscheinungen ausdrücken musste, welche zwar beobachtet worden sind und erwähnt werden, welche aber, weil sie nicht im Sinne jenes Abhängigkeitsverhältnisses gedeutet wurden, auch nicht in ihrer wahren Tragweite erkannt wurden, am allerwenigsten aber zur Anstellung von Experimenten leiteten, die in schlagender Weise die coagulirende Energie der Blutkörperchen bewiesen hätten. So ist es schon eine früher bei Pferdeblut beobachtete Thatsache, dass das abgeschöpfte, klare Plasma langsamer gerinnt als der Cruor, ferner dass die Gerinnung des „flüssigen Faserstoffes“ durch den Contact mit bereits geronnenem befördert wird. Man schrieb diese Einwirkung der Substanz des geronnenen Faserstoffes selbst zu, betrachtete sie als eine katalytische oder fermentative, berücksichtigte aber nicht, dass dem Faserstoffgerinnsel auch flüssige Blutbestandtheile und Blutkörperchen adhäriren. Andererseits haben schon viele ältere Forscher der Idee gehuldigt, dass der ganze Faserstoff direct von den Blutkörperchen geliefert werde, so Sydenham, Boerhaave, Haller, Prevost und Dumas. — Diese Hypothese wurde für widerlegt angesehen durch die Beobachtungen Hewson's, dass durch Salzlösungen flüssig erhaltenes Blutplasma beim Verdünnen mit Wasser gerinnt, ferner durch den bekannten Müller'schen Versuch; mit Zuckerwasser verdünntes Froschblut gerinnt, nachdem es von den Zellen abfiltrirt worden. Als Gegenbeweisen kam diesen

beiden Versuchen eigentlich keine absolute Geltung zu, weil sie nur erhärteten, dass in der Blutflüssigkeit „flüssiger Faserstoff" enthalten sei, nicht aber, dass er nicht auch in den Zellen vorkommen und von dort herstammen könne. Sie widerlegten jedoch schlagend jene Hypothese, wie sie von ihren Urhebern gefasst wurde, welche nicht an die flüssigen Zellenbestandtheile dachten, sondern den Faserstoff aus einer Agglomeration der festen hervorgehen liessen.

Eine wichtige die Faserstoffgerinnung betreffende Beobachtung ist schon 1845 von Buchanan gemacht worden. Er fand, dass die Flüssigkeiten der Hydrocele und einiger Hautblasen nach einiger Zeit gerinnen, wenn man ihnen Blutserum zusetzt. Aber den jetzt zunächst liegenden Versuch mit dem Blute selbst hat er nicht gemacht; so blieb seine Beobachtung ohne Erfolg für die Erkenntniss der Gerinnungsfrage und ging unbeachtet vorüber. Buchanan's Originalbrochüre (On the coagulation of the blood and other fibrinoferous liquids. Proc. of Glasgow Phil. Soc., 1845, Febr.) habe ich mir nicht verschaffen können; ich kenne ihren Inhalt nur aus der kurzen Wiedergabe in Virchow's gesammelten Abhandlungen, S. 110 u. 520.

In seiner Weise hat ferner Zimmermann den Blutkörperchen bei der Gerinnung eine hervorragende Rolle zugetheilt.[1]) Er sieht das Wesen der Gerinnung in einer Fäulniss des Blutes; der gelöste Faserstoff erfährt eine Umlagerung der Atome durch Einwirkung eines Fermentes, welches aus einer Zersetzung anderer Blutbestandtheile hervorgeht; diese Zersetzung geschieht unter dem Einflusse des Sauerstoffes auf das im Moment der Entfernung aus dem Körper absterbende Blut. Weil das Hämatin von vornherein in innigster Beziehung zum Sauerstoff steht, so soll auch durch seine Zersetzung vorzugsweise jenes Ferment entstehen. Auf das lebende Blut komme dem Sauerstoff dieser Einfluss nicht zu. Als Hauptbeweis für die so gedeutete Betheiligung der Blutzellen bei der Gerinnung wird von Zimmermann die an sich ganz richtige Beobach-

1) Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre etc., Bd. I, S. 183 und Bd. II, S. 207.

tung angeführt, dass durch Salze flüssig erhaltenes Blut nach Wasserzusatz schneller gerinnt als die abgeschöpfte und filtrirte serofibrinöse Flüssigkeit. Dass es sich dabei um einen faulenden, hauptsächlich in den Zellen entstehenden Stoff handelt, soll hauptsächlich dadurch bewiesen werden, dass die Gerinnung der verdünnten serofibrinösen Flüssigkeit durch faulende Substanzen, namentlich faules Blutserum und altes, trübes, Infusorien enthaltendes, destillirtes Wasser befördert wird. Mit solchem Wasser habe ich keine Versuche angestellt, aber ich weiss aus unzähligen Erfahrungen, dass die Fäulniss an sich ein Gerinnungshinderniss abgiebt; mit ihrem Eintritt wird die fibrinoplastische und fibrinogene Energie der resp. Fähigkeiten schwächer und hört bald ganz auf. Im Zimmermann'schen Falle beschleunigte das faulende Serum die Gerinnung nicht wegen, sondern trotz der Fäulniss. Hätte Zimmermann einen Controllversuch mit frischem Blutserum gemacht oder hätte er die Zersetzung im bereits angefaulten noch weiter gehen lassen und dann experimentirt, so hätte er gesehen, dass ersteres ungleich stärker wirkt, während letzteres zuletzt unwirksam wird.

Noch entschiedener ist von Cohn auf die Blutkörperchen hingewiesen worden.[1]) Nach Cohn ruht in jedem Blute, sofern es präformirten Faserstoff enthält, die Disposition zur Coagulation, aber Stase und fremde Körper sind die Grundbedingungen zu ihrem Eintritte; beide Bedingungen sind absolut nöthig, eine ohne die andere erzeuge sie nie. Jeder in den Blutstrom gelangende, an sich indifferente fremde Körper bewirke einerseits eine locale Stase, andererseits gebe er einen fixen Punkt für die Anlagerung der Atome des Faserstoffes, dem Faden in der Zuckerlösung gleich. Was auf künstlichem Wege oder pathologisch jeder fremde Körper im Blute bewirke, das thun unter normalen Verhältnissen die Agglomerationen der Blutkörperchen, die sich im Momente des Austrittes des Blutes aus seinem normalen Behälter oder durch Unterbrechung des normalen Stromes erzeugen; die zusammengeballten Blutkörper-

1) Klinik der embolischen Gefässkrankheiten, S. 69 ff.

chen bilden jenen indifferenten, auf dem Wege des einfachen Contactes die Fibrinausscheidung bewirkenden, fremden Körper. Aber es giebt eben keinen präformirten Faserstoff, dessen Atome durch jene beiden Momente, Stase und fremde Körper in Umsetzung gerathen könnten. — Die Wirkung der Blutkörperchen kann, wie ich früher gezeigt, durch andere indifferente, fein vertheilte Stoffe, die man dem Serum beimengt, nicht ersetzt werden, obgleich auch die zweite Grundbedingung, Stase, erfüllt ist.[1]) Andererseits kann die Gerinnung stattfinden in Flüssigkeiten, die absolut frei sind von körperlichen Elementen, so wenn man Blutserum und ein fibrinöses Transsudat, die beide durch thierische Membranen filtrirt worden sind, zusammenmischt. Es ist möglich, dass die Blutkörperchen auch zugleich als fixe Punkte die Fibrinausscheidung befördern, aber ohne ihre chemische Wirkung würde diese mechanische nicht zu Stande kommen.

Ich beabsichtige meine nächsten Untersuchungen der Frage, warum das Blut im Körper nicht gerinnt, zuzuwenden. Schon jetzt lassen sich indess aus dem chemischen Vorgange bei der Gerinnung Rückschlüsse auf die im Körper wirkenden Gerinnungswiderstände ziehen. Der Faserstoff ist ein neuentstandener, im Blute nicht präformirter Körper mit specifischen Eigenschaften, die sehr von denen seiner Muttersubstanzen abweichen. Man kann also auch nicht nach der Einwirkung chemischer Agentien auf den Faserstoff ihren Einfluss auf die letzteren und auf die Gerinnung des Blutes bemessen. Beide Substanzen sind, verglichen mit dem Faserstoff, ausserordentlich leicht löslich in Alkalien, demgemäss wird die Gerinnung auch durch Alkalimengen aufgehoben (der Faserstoff in Lösung erhalten), die so gering sind, dass sie den bereits geronnenen Faserstoff gar nicht verändern (lösen) können. Es lässt sich nun denken, dass durch die Stoffumsetzungen im kreisenden Blute der stets sich erneuenden fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz stets so viel Alkali geboten wird, um ihre

1) A. a. O. S. 689.

Affinität zu einander bis zum Momente ihrer eigenen weiteren Umsetzung zu paralysiren. Mit der Entfernung des Blutes aus dem Körper würde diese Alkalilieferung aufhören, während die Lieferung der fibrinoplastischen Substanz seitens der Blutzellen fortdauert; zugleich wird die Metamorphose der Gerinnungsfactoren selbst unterbrochen, es entsteht also eine Anhäufung fibrinoplastischer Substanz im Blute. — Anderseits kann man sich vorstellen, beide Fibrinbestandtheile selbst werden im kreisenden Blute parallel ihrem Auftreten stets so verändert, dass sie ihre Affinität zu einander einbüssen; es braucht nur einer von beiden einer solchen Umsetzung in statu nascenti unterworfen zu sein, so kann das Blut nicht gerinnen. — In welcher Weise man sich im einen oder im anderen Falle die Abhängigkeit dieser Vorgänge im Blute vom Einfluss der lebenden Gefässwandungen zu denken hat, mag schwer zu eruiren sein. — Die zweite Anschauung habe ich in Bezug auf die fibrinoplastische Substanz bereits in meiner früheren Arbeit ausgesprochen; ich vermuthete, dieselbe werde, so lange das Blut sich unter normalen Bedingungen befindet, im Moment ihres Austrittes aus den Blutzellen zerstört.[1] Die stoffliche Uebereinstimmung beider Fibrinbestandtheile führt aber weiter zu der Annahme, dass diese Zerstörung in einer Umwandlung des einen in den anderen bestehen könne. Wird die fibrinoplastische Substanz im Momente ihres Austrittes aus den Blutzellen in die fibrinogene umgesetzt, so kann das Blut nicht gerinnen, weil stets nur ein Gerinnungsfactor sich frei in der Blutflüssigkeit befindet. Es ist klar, dass die Möglichkeit dieser Entstehungsweise der fibrinogenen Substanz bestehen bleibt, auch wenn ein Bestand der fibrinoplastischen ausserhalb der Zellen im kreisenden Blute stattfindet und das nächste Gerinnungshinderniss auf dem Alkaligehalte des letzteren beruht. — Danach würde der Faserstoff seiner ganzen Masse nach in letzter Instanz aus den Zellen stammen, und es würde sich aus einfachen Gesetzen der Endosmose erklären, warum bei pathologischer und physiologischer Dünnflüssigkeit des Blutes,

1) A. a O. S. 692.

wie in entzündlichen Zuständen und in der Schwangerschaft, der Faserstoff vermehrt ist, während die langsamere Gerinnung desselben auf der gleichzeitigen Vermehrung der Kohlensäure und der ungleichen Fällung der Gerinnungsfactoren durch dieselbe beruht. — Bindet die fibrinoplastische Substanz den Sauerstoff, so kann die fibrinogene diese Aufgabe weiter erfüllen und ihn, indem sie transsudirt, in die Gewebe hinübertragen. — Wird aus irgend welchen Gründen diese Umwandlung unterbrochen, so muss Gerinnung erfolgen. — Das Flüssigbleiben der Transsudate würde auf einer entsprechenden Umwandlung der fibrinoplastischen Substanz der Gewebszellen beruhen, ihr Gehalt an fibrinogener Substanz würde also sowohl aus dem Blute, als aus den Gewebselementen selbst stammen. Es lässt sich denken, dass in Reizungszuständen der letzteren eine gesteigerte Exosmose stattfindet; werden nun die Gerinnungswiderstände insufficient, so entsteht ein plastisches Exsudat, dessen Hauptquelle in Betreff des Faserstoffes das Gewebe selbst ist (Virchow); blutige Extravasationen müssen die Bildung des plastischen Exsudates befördern, wie Zusatz von Blut die Gerinnung aus dem Körper entleerter Transsudate beschleunigt. Aber es ist klar, dass die quantitative Betheiligung des Blutes einerseits und der Gewebe andererseits an der Lieferung der Fibrinbestandtheile des plastischen Exsudates eine wechselnde, flüssige ist und nicht genauen Bestimmungen unterworfen werden kann. —

Gegen die Resultate einiger Versuche, die ich angestellt, um der so eben entwickelten Theorie über die Entstehung der fibrinogenen Substanz und das Flüssigbleiben des Blutes im Körper die experimentelle Begründung zu geben, lassen sich jedoch noch Bedenken erheben, weshalb ich den Raum dieser Zeitschrift mit diesem Gegenstande nicht weiter beanspruchen will.

Dorpat, den 17./5. Mai 1862.

Das sog. Bauchgefäss der Schmetterlinge und die Musculatur der Nervencentren bei Insecten.

Von

Fr. Leydig in Tübingen.

In einem kurz vorausgegangenen Artikel: über das Nervensystem der Afterspinne[1]), habe ich zu zeigen gesucht, dass die Muskeln, welche nach mehren Zootomen bei genanntem Thiere sich strahlig an den Thoracalknoten ansetzen sollen, nicht an die Nervencentren, sondern an eine Hförmig gestaltete, unterhalb des Thoracalknotens gelegene Platte sich anheften, die keinen Theil des Brustknotens bildet, sondern wesentlich davon verschieden ist. Hierbei hob ich aber ausdrücklich hervor, dass denn doch bei verschiedenen Arthropoden eine quergestreifte Musculatur bestehe, welche mit dem Bauchmark in Beziehung trete und dasselbe von seiner Stelle bewegen könne. Indem ich das Versprechen beifügte, bald nähere Mittheilung folgen zu lassen, gestatte ich mir jetzt einige Zeilen über diesen Gegenstand vorzulegen.

1. Das sog. Bauchgefäss der Lepidopteren.

In den Sommermonaten 1831 untersuchte G. R. Treviranus[2]) mehre Insecten in Rücksicht auf die Anatomie des Herzens, um das, was in jener Zeit Strauss und Joh. Müller davon beschrieben hatten, nachzuprüfen. Hierbei entdeckte er bei allen Schmetterlingen, welche er zergliederte, „ein bisher noch nicht gekanntes Bauchgefäss". Dasselbe liege neben und

1) Dieses Archiv 1862, S. 196.

2) Untersuchungen über die Natur des Menschen, der Thiere und der Pflanzen (Zeitschrift für Physiologie), Bd. IV, 1832, S. 151.

längs dem Ganglienstrange in der weiten häutigen Scheide desselben und von ihm gehen auf beiden Seiten allenthalben eine Menge feiner Gefässe unter rechtem Winkel aus. Zuerst sah Treviranus dieses Organ bei dem Ligusterspinner, wo es sich im frischen Zustande durch eine gelbliche Farbe von dem Ganglienstrange unterschied; ferner traf er es an bei *Papilio Io*, *Papilio Atalanta* und *Bombyx dispar*. Die feinen Quergefässe, welche anfangs parallel nebeneinander verliefen, convergirten nach aussen auf ähnliche Art, wie bei Insecten die Fasern der Herzmuskeln in jedem Bauchringe convergiren. Die äussersten Enden dieser letzten feinen Gefässe konnten nicht aufgefunden werden, sie verloren sich in die Streifen des Fettkörpers. An diese Beobachtungen reiht dann Treviranus die Vermuthung, es möge das neuentdeckte Bauchgefäss mit dem Herzen in Verbindung stehen und es könne darin ein Rückfluss des Herzblutes von vorne nach hinten stattfinden.

R. Wagner in seinem einige Jahre später erschienenen Lehrbuche der vergleichenden Anatomie (1834)[1]) gedenkt fraglicher Beobachtung mit den Worten: „Treviranus will neuerdings bei Schmetterlingen ein im Bauche auf dem Nervenstrange liegendes Bauchgefäss entdeckt haben, — ein Strang, welcher wohl mit dem Gefässsysteme nichts zu thun hat.“ Ob dieser Ausspruch auf eigene Untersuchung sich gründet, ist kaum zu bestimmen, jedenfalls unterlässt der berühmte Göttinger Physiologe anzudeuten, wofür er das Gebilde hält, im Falle es nicht Bauchgefäss ist.

Fast gleichzeitig erschien die bekannte und vorzügliche Abhandlung[2]) Newport's über das Nervensystem von *Sphinx ligustri*, in welcher das Organ, von dem hier die Rede ist, beschrieben und abgebildet wird und zwar, wie es scheint, selbstständig und unabhängig von der Entdeckung des erstgenannten Forschers. Doch enthält sich an diesem Orte noch der englische Entomolog, eine bestimmte Ansicht über die Bedeu-

---

1) S. 169.

2) On the Nervous System of the *Sphinx ligustri* (Part II.), Phil. Trans. 1834, p. 395, Fig. 9.

tung dieses eigenthümlichen Gebildes kund zu geben und erst später[1]) nach wiederholter Untersuchung erklärt er sich dafür, dass das Organ ein Blutgefäss sei und der Supraspinalarterie der Myriapoden entspreche. Er hält es für sehr wahrscheinlich, dass das Gefäss mit dem vorderen Theile, der sog. Aorta des Rückengefässes verbunden sei und dass durch dasselbe das Blut aus der mittleren und unteren Körpergegend in das Herz zurückfliesse.

Man sieht, dass Newport's Ansicht mit der von Treviranus aufgestellten Deutung fast völlig zusammentrifft. Der Unterschied in den Angaben Beider besteht nur darin, dass der letztere die nach beiden Seiten von dem „Bauchgefäss" abgehenden feinen Fäden ebenfalls für Blutgefässe hält, während Newport sie sogleich richtig als Muskelfasern erkannt hatte.

Ueber den eigentlichen feineren Bau, dessen Erkenntniss doch offenbar für die Auffassung des Organs in's Gewicht fallen muss, schweigen noch die vorausgegangenen Autoren; auch war zu solchen Beobachtungen kaum noch die Zeit gekommen. Der Erste, welcher das Organ histologisch prüfte, ist Leuckart[2]). Das Vas supraspinale sei ein einfaches, unverzweigtes, schlauchartiges Gebilde, mit dicken, doch nicht sehr distincten Wandungen und nicht selten von einer gelblichen Färbung. In seinem undeutlich fasrigen Gefüge, das von dem Bau des Rückengefässes gänzlich verschieden sei, stosse man auf eine Menge von kernartigen Bildungen, die gewöhnlich in der Queraxe des Gefässes liegen. An seinem vorderen Ende verdicke es sich ziemlich bedeutend, krümme sich ein wenig, bleibe aber immer noch dem Nervenstrange verbunden und endige sich plötzlich mit einer abgerundeten Spitze, an

---

1) Artikel „Insecta" in der Cyclopaedia of anatomy and physiology", 1839, S. 980. Dort wird auch bemerkt, dass bereits Lyonet in einem (mir nicht zugänglichen) Werke: Recherches sur l'Anat. et les Métam. de différentes espèces d'Insectes, Paris 1832 — schon eine Spur der uns hier beschäftigenden Organisation wahrgenommen habe.

2) Frey und Leuckart, Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere. 1847. S. 83.

der man (bei *Vanessa*) kein deutliches Lumen nachweisen könne. Das hintere auf dem letzten Knoten des Bauchstranges liegende Ende sei von etwas erweitertem Durchmesser, aber ebenfalls ohne eine deutlich wahrnehmbare Oeffnung. Die obere Fläche des Organes stehe mit einer dünnen Schicht querer Muskelfasern in Verbindung.

Ohne ungerecht zu sein, wird man doch sagen können, dass die angeführten histologischen Mittheilungen Leuckart's nicht hinreichen, die Natur des fraglichen Organes aufzuklären, was unser Autor wohl selbst gefühlt zu haben scheint, denn nicht nur, dass er das Organ als „gefässartiges Gebilde" beim Systeme des Kreislaufes abhandelt, setzt er auch noch hinzu, dass weder sein Zusammenhang mit dem Circulationssysteme noch seine Function überhaupt genügend erkannt sei.

Der französische Entomotom Léon Dufour, dem die Wissenschaft so ausgebreitete und herrliche Arbeiten über die verschiedenen Insectenordnungen verdankt, hat zuletzt auch die Schmetterlinge in den Kreis seiner Untersuchung gezogen und darüber vorläufigen Bericht erstattet.[1]) Natürlich stiess er auch auf die uns hier interessirende Bildung: die Bauchganglienkette von *Cossus* sei rechts und links mit einem Rande versehen, herrührend von einer weissen, fibrös-musculösen Haut, welche das Bauchmark an die Bauchwandung befestige. Ausserdem finde sich bei *Sphinx*, *Attacus*, *Cossus* und mehren Phalänen zwischen dem letzten Thoracal- und dem ersten Abdominalganglion eine Art weisser, fibröser Capsel, welche grosse Verwandtschaft im Baue mit der fibrös-musculösen Haut des übrigen Bauchmarkes zeige. Ueber die physiologische Bedeutung dieser beiden Thatsachen erklärt Dufour sich jedes Ausspruches enthalten zu wollen. Wenn übrigens unser französischer Forscher meint, die erwähnte besondere Structur der Ganglienkette sei „insaisi par les Entomotomistes modernes, quoique figuré par Lyonet (Oevr. posth.)" und würde jetzt erst durch ihn „dans les archives de la science"

---

1) Aperçu anatomique sur les insectes Lépidoptères, Compt. rend. 1852.

niedergelegt, so wollen wir das dem hochverdienten Veteranen zu Gute halten, dessen Leidenschaft es nie gewesen zu sein scheint, sich viel um die Literatur des Auslandes zu bekümmern.

Zuletzt hat Gegenbaur[1]) — wahrscheinlich bloss nach Vorlage der Angaben Anderer — sich über den Gegenstand geäussert. Er ist geneigt, das fragliche Organ für ein Blutgefäss zu nehmen, wodurch dann, wie schon Newport wollte, die Circulation der Insecten mit jener der Myriapoden in grösseren Einklang zu bringen wäre.

Aus voranstehendem historischem Bericht erhellt, dass die Ansichten über den Bau und die Bedeutung der gedachten Organisation noch weit aus einander gehen und eine erneute Untersuchung durfte als wünschenswerth erscheinen.

Indem ich jetzt zu meinen eigenen Beobachtungen übergehe, sei vor Allem bemerkt, dass man schon mit freiem Auge an grösseren Schmetterlingsarten des eigenthümlichen mit dem Bauchmark verbundenen Stranges gewahr wird, und es muss auffallen, dass in einer vor mehren Jahren erschienenen sehr umfänglichen Monographie[2]) über den Seidenspinner, obschon dort auch das Nervensystem im Einzelnen beschrieben wird, unseres Organs nirgends, weder in Wort noch Bild, Erwähnung geschieht.

Bei geringer Vergrösserung stellt sich das Organ im Allgemeinen als platter, das Bauchmark an beiden Seiten überragender Strang dar, mit etwas wechselnder Farbe nach den einzelnen Arten. Am häufigsten hat der Strang einen blassgelblichen Ton, mitunter, so z. B. bei *Argynnis paphia*, ist er stark gelb gefärbt, dann zeigt er sich auch wieder fast ohne allen farbigen Anflug, wie ich es z. B. an *Sphinx convolvuli* sehe. Auch seine Consistenz ist nach den einzelnen Gattungen nicht ganz die gleiche, indem er eine bald festere, bald weichere Beschaffenheit an den Tag legt. Was die Länge des Stranges betrifft, so kann man sich bald davon überzeugen,

1) Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859. S. 251.

2) Monografia del Bombice del Gelso (*Bombyx mori*) del Professore Emilio Cornalia. Premiata dall' Istituto Lombardo, accompagnata da XV tavole disegnate dall' autore. Milano 1856.

dass er sich nicht über den im Abdomen verlaufenden Theil des Bauchmarkes hinaus erstreckt, genauer bezeichnet, beginnt er an der Grenze zwischen Brustkasten und Hinterleib, doch so, dass seine Spitze noch ein wenig in den Thorax hinein greift (*Sphinx convolvuli, Smerinthus ocellatus*). Hinten hört er am letzten Abdominalganglion auf, doch habe ich beim Windenschwärmer wahrgenommen, dass sich der Strang, wenn auch etwas verschmälert, noch eine kurze Strecke weit über die zwei hinteren, dicht beisammen liegenden, den Längscommissuren des übrigen Bauchmarkes entsprechenden Stammnerven verlängerte.

Auch das Vorderende zeigt bestimmte typische Verschiedenheiten. Leuckart hat bereits angeführt, dass das „gefässartige Gebilde" bei *Vanessa* an seinem vorderen Ende sich verdicke und mit plötzlich abgerundeter Spitze aufhöre. Ich kann die Richtigkeit dieser Angabe bei *Vanessa urticae* bestätigen, man vermag hier an dem herausgenommenen Bauchmark das stark gelb gefärbte und verdickte vordere Ende des Stranges schon mit freiem Auge von dem weniger gelb gefärbten übrigen Theile zu unterscheiden. Doch ist eine Verdickung nicht, was genannter Forscher anzunehmen scheint, die einzige Form des vorderen Endes, vielmehr sehe ich an den beiden vorhin bezeichneten Abendfaltern ein entschieden spitz zulaufendes und flaches Ende. Bei *Sphinx convolvuli* sowohl wie bei *Smerinthus ocellatus* gewahrt man an dem isolirten Bauchmark, dass an der langen Längscommissur zwischen dem hinteren grossen Thoracalknoten und dem ersten Bauchganglion, da wo Brustkasten und Hinterleib zusammenstossen, fragliches Organ mit lanzettförmiger Spitze beginnt, dann sich nach rückwärts allmählig verbreitert, den erlangten Breitendurchmesser aber nicht für die ganze übrige Länge des Bauchmarkes beibehält, sondern sich, noch lange zuvor, ehe der erste Abdominalknoten folgt, wieder zu dem Grade sich verschmälert, den es bei seinem Anfange hatte. Erst jenseits dieser Einschnürung läuft das Organ in ziemlich gleicher Breite bis zum letzten Abdominalknoten, wo es sich dann abermals etwas verjüngt, um noch, wie vorhin schon erwähnt, die dem

Längscommissuren entsprechenden zwei hinteren Nerven eine Strecke weit zu begleiten.

Das vordere verdickte oder abgeschnürte Ende des Organs scheint auch Dufour bemerkt zu haben. Er theilt nämlich, was bereits oben angezogen wird, mit, dass bei *Sphinx, Attacus, Cossus* und mehren Phalänen an der Grenze zwischen Thorax und Abdomen, also zwischen letztem Brust- und erstem Bauchknoten, eine Art weisser, fibröser Capsel von elliptischer Gestalt sich vorfinde, die unerfahrene Augen für ein Ganglion nehmen könnten, doch herrsche in Bau und Lage grosse Uebereinstimmung zwischen dem das Bauchmark begleitenden Strang und dieser Capsel.[1])

Weiterhin ist zu untersuchen, in welchem Lagerungsverhältniss der Strang zu dem Bauchmarke steht. Nach Treviranus, dem der Strang „ein Bauchgefäss" ist, liegt er „in der weiten, häutigen Scheide des Ganglienstranges". Umgekehrt scheint Dufour, wie aus den vorhin wiedergegebenen Worten erhellt, anzunehmen, dass der Ganglienstrang vorne von der „Capsule ellipsoidale", die ich für das vordere Ende unseres Stranges ansehen muss, eingeschlossen sei.

Beides ist entschieden unrichtig, die Beobachtung lehrt, dass weder das Neurilem des Bauchmarkes einen Theil des Stranges umschliesst, noch dieser irgend eine Partie der Ganglienkette. Vielmehr verläuft derselbe, was schon Newport richtig sah oberhalb des Bauchmarkes[2]), für sich und in gewis-

---

1) A. a. O.: „A la limite thoraco-abdominale, ou entre le dernier ganglion thoracique et le premier de l'abdomen, il existe une sorte de capsule ellipsoidale fibreuse, blanche, que des yeux inexpérimentés prendraient d'autant mieux pour un ganglion, qu'elle a un aspect névrilématique et que le cordon interganglionaire y est inclus. Si l'on est assez habile ou assez heureux pour pincer sa paroi supérieure et pour l'arracher sans entrainer le cordon inclus, les bords déchirés de la paroi inférieure demeurée en place sont fibrilleux et frangés. Il y a une grande identité de texture et de position entre cette capsule et la bordure fibreuse précitée du cordon."

2) „It is placed immediately above the cord." Cyclop. of anat. and phys. p. 980.

sem Sinne als selbstständiges Gebilde, nur, wie wir weiter mitzutheilen haben werden, verwachsen mit dem Bauchmarke.

Während wir das fragliche Organ auf die bis jetzt bezeichneten Punkte prüfen, werden wir uns wiederholt die Frage vorlegen, ist der Strang ein Blutgefäss, wie die Einen sagen, oder ist er dieses nicht, und was ist ei dann? Ich hatte bereits an dem einfach ausgeschnittenem Bauchmarke und bei starker Vergrösserung die Ueberzeugung geschöpft, dass das Organ nimmermehr ein Blutgefäss sei, da dasselbe nicht entfernt „schlauchartig" ist und keine Spur von Lumen oder Oeffnungen besitzt. Vielmehr liess sich z. B. an *Zygaena, Argynnis, Pieris, Vanessa* und anderen mittelgrossen Schmetterlingen bald feststellen, dass man einen soliden und, wie ich gleich beisetzen will, seiner Structur nach der Bindesubstanz angehörigen Strang vor sich habe.

Alle etwaigen Vergleiche mit dem Vas supraspinale der Myriapoden muss man daher fallen lassen.

An dem aus dem Leibe des Schmetterlings genommenen Bauchmarke erkennt man ferner, wie eine Menge feiner Fäden nach rechts und links von dem Strange weggehen. Dass dieses quergestreifte Muskeln sind, lehrt der erste Blick, auch haben sie als solche Newport, Leuckart und Dufour bezeichnet, nur, wie schon erwähnt, Treviranus allein wollte sie für feine Blutgefässe halten. Ueber diese Muskeln lässt sich unter den bezeichneten Umständen einstweilen auch sehen, dass sie entweder in mehr gleichmässiger oder continuirlicher Reihenfolge an den Strang herantreten, oder, was häufiger der Fall ist, sich hierbei zu zipfelförmigen Partien vereinigen, so dass eine nicht geringe Aehnlichkeit mit den Flügelmuskeln des Herzens zuwege kommt. Doch mag dieser Unterschied nur ein scheinbarer sein, da, wie ich weiterhin zu sehen glaube, auch der continuirliche Muskelbesatz nach aussen in dreieckige Zipfel sich sondert.

Nach den vorgeführten Befunden durfte somit schon geschlossen werden, dass das fragliche Organ ein mit dem Bauchmarke verbundener, bindegewebiger Strang sei, an den sich zahlreiche Muskeln festsetzen, wodurch die Ganglienkette

nach der ganzen Länge des Abdomens etwas in die Höhe gehoben werden könne. Aber es blieb weiter zu bestimmen, wie das nähere Verhalten der beiden Theile, des Bauchmarkes und des Längsstranges, zu einander sei, mit anderen Worten, wie sie unter sich verbunden werden, ferner auch, woher die Muskeln kommen, welche sich an den Strang verlieren.

Dass zur Beantwortung dieser Fragen Querschnitte durch das ganze Thier und durch die einzelnen Theile das meiste beitragen können, lag auf der Hand. Ich gebrauchte hierzu einen unserer grössten Schmetterlinge, den Windenschwärmer (*Sphinx convolvuli*)[1]) und es liessen sich von dem frisch in Weingeist gehärteten Thiere Präparate gewinnen, welche das Gesuchte in klarster Weise zur Anschauung brachten. Die Querschnitte zeigen nämlich, dass der Strang eine unmittelbare Fortsetzung des Neurilems ist, derart, dass er am Querschnitt wie eine zweihörnige Figur dem Neurilem aufsitzt und von ihm ausgeht. Wenn z. B. der Schnitt durch die beiden Längscommissuren des Bauchmarkes trifft, so zeigt es sich, dass diese beiden ziemlich weit aus einander liegen, indem hier das Neurilem unter Verdickung und Annahme des Charakters zellig-gallertigen Bindegewebes wie ein Keil sich zwischen die beiden Längscommissuren drängt, dieser Keil sich darauf in die Höhe erhebt und zu der genannten zweihörnigen Figur sich verbreitert.

Wir erfahren dadurch also, dass der Strang die Gestalt eines dicklichen Längsbandes hat, das nach unten zu einem medianen Längskamm sich verjüngt und damit zwischen die

---

1) Es war im September des vorigen Jahres (1861), als ich diesen Falter in dem Bade Brückenau (Rhön) in ganz ungewöhnlicher Menge beobachten konnte. Blieb man bei eintretender Dämmerung einige Minuten ruhig an Büschen von einer Jalappenart stehen, so konnte man gewiss sein, dass bald 5—6 dieser stattlichen Thiere zugleich die Blüthen umschwärmten. Sie waren dabei so wenig scheu, dass es gar nicht schwer hielt, sie durch Zusammendrücken der Blumenkelche, während sie ihren langen Saugrüssel einsenkten, zu fangen. Dass auch schon Andere auf den Einfall, des Thieres sich auf diese Weise zu bemächtigen, gekommen sind, ersehe ich z. B. aus Borkhausen, Europ. Schmetterlinge, Th. II, S. 98.

Commissuren sich eindrängend in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Neurilem steht, das soll heissen, eine Wucherung desselben ist. Wäre der Strang chitinisirt, so müsste man ihn als einen inneren Skeletstreifen ansprechen.

Ueber den Ursprung der Muskeln belehren Querschnitte durch das ganze Thier, dass dieselben zu beiden Seiten von der Innenfläche der Bauchwand kommen, quer herüber gehen und sich auf die Dorsalfläche, nicht an den Rand des Stranges inseriren.

Was die nähere histologische Beschaffenheit des Stranges betrifft, so habe ich schon angedeutet, dass er aus zelliger Bindesubstanz besteht, was jetzt noch etwas weiter ausgeführt werden soll. Auf Querschnitten des Stranges bei *Sphinx convolvuli* sehen wir, dass die mit heller ungefärbter Gallerte erfüllten Zellen an der Peripherie des Organes eine länglich-ovale Gestalt haben und mit ihrem längeren Durchmesser nach der Axe des Stranges gerichtet erscheinen. Die zu innerst liegenden Zellen sind rundlich, ebenso die, welche unmittelbar den Raum zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarkes ausfüllen. Eine solche Scheidung der Substanz in einen mehr inneren Theil und eine äussere Schicht mit länglichen Elementen macht sich auch sichtbar bei Betrachtung des Stranges von der Fläche, z. B. bei *Vanessa urticae*, *Pieris rapae*, *Zygaena filipendulae* u. a. Um wieder auf den Querschnitt von *Sphinx convolvuli* zurück zu kommen, so grenzt zu äusserst eine feste Membran das Ganze ab und um diese herum schlägt sich, wenn auch allerdings fast nur spurweise, eine zarte, lockere Hülle, welche dem sog. Peritonealüberzug der Eingeweide entspricht und sich öfters durch eingeschlossene einzelne Fettkügelchen bemerklicher macht. Der ganze Strang erinnert auf seinem Durchschnitt lebhaft an die Chorda dorsalis der Wirbelthiere.

Das eigentliche Verhalten der zellig-blasigen Bindesubstanz kann beim ersten Blick verkannt werden. Die Gallertzellen sind nämlich nahe zusammengerückt und greifen in einander ein, wobei jedoch Räume zwischen ihnen übrig bleiben, die von einer festeren Intercellularsubstanz eingenommen werden.

Die Intercellularräume, welche häufig eine deutliche Sternform haben, in Verbindung mit der wandständigen Lage der Kerne können nun zu der Annahme führen, als ob die Gallerte in einem Maschenwerk netzförmig verbundener Zellen läge, allein die fortgesetzte Beobachtung lässt inne werden, dass die Gallerte Zelleninhalt ist. In manchen Fällen, so bei den vorhin genannten Schmetterlingen (*Vanessa*, *Pieris*, *Zygaena*), erinnert das histologische Bild des Stranges geradezu an Zellenknorpel, indem zwischen den Zellen eine noch festere und in grösserer Menge vorhandene Zwischensubstanz sich hinzieht. Gattungen von Schmetterlingen, bei welchen der Strang wieder den Habitus des „gallertigen Bindegewebes“ hat, und dem Gesagten zufolge aus zellig-blasiger Bindesubstanz besteht, sind z. B. *Arctia caja, Argynnis paphia.*

Die erwähnte gelbe Färbung des Organs ist diffuser Natur und rührt wohl von dem Blutfarbstoffe her, auf welchen namentlich die zelligen Theile des Stranges eine besondere Anziehung auszuüben scheinen.

Ueber die sich ansetzenden Muskeln sei auch noch angeführt, dass sie immer quergestreift sind, wenn auch mitunter so schwach, dass dies schwierig zu sehen ist. Das Innere der Primitivbündel enthält häufig dichte Kernreihen, die wahrscheinlich schon Treviranus gemeint hat, wenn er von Kügelchenreihen spricht, die im Inneren der „Gefässröhren“ sich befänden. Die Muskeln theilen sich, indem sie dem Strange näher kommen, und zuletzt entwickeln sie auf der freien Fläche (Dorsalfläche) des Stranges unter fortgehender pinselförmiger Vertheilung ein feines Endnetz, wie ich z. B. sehr deutlich bei *Arctia caja* sah.

2. Musculatur des Bauchmarkes und Gehirns bei anderen Insectenordnungen.

Haben wir durch das Vorausgegangene die Erkenntniss gewonnen, dass bei den Lepidopteren eine reiche quergestreifte Musculatur dem Bauchmarke angehört, zu dessen Aufnahme das Neurilem einen besonderen Längsstrang entwickelt,

so wird von vornherein wahrscheinlich, dass Aehnliches oder zum Mindesten Abstufungen dieser Organisation auch bei anderen Arthropoden vorkommen mögen. Zunächst ist hier auf manche Zweiflügler aufmerksam zu machen, von denen schon Leuckart bemerkt, es scheine bei vielen Dipteren (*Tipula*, *Empis* u. a.) eine maschenförmige Schicht eines zarten Muskelgewebes mit dem Neurilem des Bauchstranges verbunden zu sein.

Bei *Tipula pratensis* sehe ich, wie nach der ganzen Länge des Bauchmarkes — bloss das letzte Ganglion scheint davon ausgenommen zu sein — ein dichtes Muskelnetz an die Ganglienkette herantritt und sich an dieselbe befestigt, nur mit dem Unterschiede gegenüber den Schmetterlingen, dass sich kein Analogon des obigen Stranges vorfindet, sondern die feinen pinselförmigen Endausbreitungen der Muskeln setzen sich einfach an's Neurilem an und zwar seitlich, doch so, dass die meisten Endfäserchen der Muskeln auf die Dorsalfläche des Bauchmarkes zu liegen kommen. Uebereinstimmend mit den Schmetterlingen besteht die Musculatur jederseits aus dreieckigen Partien, deren Spitze nach aussen gerichtet erscheint, während die breite Basis dem Neurilem sich anheftet.

An Querschnitten, genommen vom ganzen in Alkohol gehärteten Thiere, habe ich mich auch hier überzeugt, dass die Muskelportionen von den Bauchschienen entspringen und sich quer zur Ganglienkette herüber spannen.

Auch manche Hymenopteren besitzen eine entsprechende Musculatur, die aber in ihrem Verhalten zum Bauchmarke von jener der Lepidopteren und Dipteren in einem Punkte wesentlich abweicht. Man sieht nämlich, z. B. an der Hummel — ich hatte *Bombus terrestris* vor mir — schon mit freiem Auge, wie sich eine dichte, aus Querbündeln bestehende Muskelhaut, welche nur stellenweise netzförmig durchbrochen ist, über die Bauchganglienkette quer herüberspannt, auch nach aussen mit einzelnen Zipfeln beginnt. Indessen — und darin läge der angedeutete Unterschied — es ist mir bis jetzt nicht gelungen, etwaige Verbindungen einzelner Muskelbündel mit dem Bauchmarke wahrzunehmen; die Muskeln überbrücken einfach die

Bauchganglienkette. Dasselbe habe ich mir von unserer grossen Blattwespe (*Cimbex variabilis*) angemerkt.

Wieder eine andere Modification können wir bei Orthopteren antreffen. Schon durch frühere Beobachter, Blanchard [1]) z. B., ist bekannt geworden, dass bei den Heuschrecken über das Bauchmark in sehr regelmässiger Anordnung Quermuskeln herüberziehen, deren Insertionsstelle die Innenfläche der Bauchschienen ist. Das gleiche sehe ich bei der Feldgrille (*Acheta campestris*), auch hier überbrücken in Gemeinschaft mit Lappen des Fettkörpers abgegrenzte Muskelbündel das Bauchmark und zwar vorzugsweise die Längscommissuren. Bei diesem Thiere finden sich aber wieder, also im Anschluss an vorausgehende Fälle, Verbindungen der Muskeln mit dem Nervensystem, denn nachdem man die Muskelbrücken behutsam gelöst, sehen wir an dem isolirten Bauchmarke, dass sich Fragmente von quergestreiften Muskelbündeln mit verbreiterter Basis an's Neurilem der Längscommissuren anheften, zwar nicht zahlreich, aber an den wenigen Stellen, die dies zeigten, mit völliger Klarheit.

An der Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris*) kann das freie Auge nichts von überbrückenden Muskeln gewahren, unter dem Mikroskop erscheint jedoch ein dünnes, weitmaschiges, hautartig ausgebreitetes Muskelnetz, und ich glaube auch hier bemerkt zu haben, dass sich sowohl an die Längscommissuren als auch an die Seitennerven einzelne Ausläufer des Muskelnetzes inseriren.

Am eigentlichen Bauchmarke der Coleopteren ist mir bis jetzt nichts dem Vorhergehenden Vergleichbares aufgestossen, ich habe mir im Gegentheil mehrmals, z. B. von *Carabus auratus*, aufnotirt, dass über den Bauchtheil der Ganglienkette nur Aeste von Tracheen und Züge des Fettkörpers herüber gehen und nichts von Muskeln sichtbar sei. Anders lauten meine Beobachtungen über die Gehirnganglien. Bei *Dytiscus marginalis* habe ich mich überzeugt, dass an die Oberseite des Kehlknotens (untere Gehirnportion) sich eine Partie querge-

1) In Cuvier's Règne animal. Nouvelle édition.

streifter Muskelbündel ansetzt, welche ihren Ursprung von der Musculatur des Pharynx nimmt, dann unter einer, innerhalb des Schlundringes befindlichen Quercommissur durchgeht und genau auf der Mittellinie der unteren Hirnportion sich befestigt. Bei *Meloe rugosum* sehe ich ebenfalls und an gleicher Stelle eine ganze Reihe von Muskelprimitivbündeln sich anheften. Weniger klare Bilder habe ich — bei der Schwierigkeit der Präparation — bezüglich der oberen Hirnportion erhalten können, doch meine ich, sowohl bei den zwei genannten Käfern, als auch bei *Telephorus* und *Copris* (*C. lunaris*) Muskeln, welche diesem Theile des Gehirns bestimmt sind, gesehen zu haben. Sie treten aber nicht an die Medianlinie heran, sondern jederseits an die Seitenhälften der oberen Hirnportion und zwar schienen es mir bei *Dyticus marginalis* drei sogen. Primitivbündel zu sein, welche zugespitzt am Neurilem endigten und festsassen.

3. Zum Schlusse.

Ich habe bereits vor einiger Zeit[1]) mitgetheilt, dass das Centralnervensystem der Anneliden eine besondere Musculatur besitze. Zu den dort aufgezählten Erfahrungen will ich hier noch die weitere neue fügen, dass auch bei einem anderen sehr gewöhnlichen Wurme unserer Gewässer, bei *Stylaria proboscidea* nämlich, eigene Muskeln zur Bewegung des Gehirns beobachtet werden können. An dem lebenden, unverletzten Thiere fasse man die über dem Schlunde liegende zweigelappte Hirnportion in's Auge und man wird bald gewahr werden, dass der von jeder Hirnhälfte und zwar vom Hinterrande sich wegbegebende bandartige Fortsatz nicht etwa ein vom Gehirn entspringender Nerv sei, sondern ein Muskelstrang, der zur Rückwärtsbewegung des Gehirns dient. Die Muskeln der beiden Hirnlappen liegen ziemlich nahe beisammen, in der Mittellinie des Thieres, und jeder der Hirnlappen

1) Ueber das Nervensystem der Anneliden. Dieses Archiv 1862, Seite 90.

erscheint durch den Ansatz dieser Muskeln nach hinten wie dreieckig ausgezogen.

Es ergiebt sich somit aus dem, was ich früher und jetzt über die Structur des Nervensystems der Anneliden vorgelegt und ferner in gegenwärtigem Aufsatze hinsichtlich verschiedener Arthropoden auszusagen hatte, dass das Nervensystem der Gliederthiere (Ringelwürmer und Gliederfüssler) häufig eine ihm eigene Musculatur besitzt und zwar in doppelter Weise:

1) innerhalb seiner Wandung, so im Neurilem der Hirudineen, Lumbricinen, Sipunkeln.

2) Muskeln, welche von anderen Körperstellen entspringen und sich an's Gehirn oder an das Bauchmark ansetzen. Hierher gehören bei den Anneliden die vorhin erwähnten Muskelstränge der *Stylaria*, wahrscheinlich auch die früher von mir angezeigten, vom Kehlknoten der Hirudineen nach oben abgehenden Muskeln. Bei den Arthropoden sämmtliche so eben abgehandelte Muskeln, die meist einfach an's Neurilem sich anheften und nur bei Schmetterlingen an einen besonderen Längsstrang, der aber ebenfalls eine Entwickelung, man könnte sagen, ein Fortsatz des Neurilems ist.

Die physiologische Bedeutung dieser Musculatur, oder den „Usus partium", verstehen wir bei der Berücksichtigung des Gesammtbaues der Gliederthiere. Die leicht verletzliche Nervensubstanz wird bekanntlich bei allen Geschöpfen durch stärkeren Druck in ihrer Thätigkeit gehemmt. Bei den mannichfachen und unter Umständen sehr heftigen Krümmungen der Ringelwürmer könnte dieser bedenkliche Fall oft genug eintreten. Durch die Muskeln innerhalb des Neurilems erhält aber das Bauchmark die Fähigkeit, den verschiedenen Bewegungen des Körpers sich anzupassen, ohne einem Drucke ausgesetzt zu sein. Diese Ansicht bestätigt sich auch, wenn wir lebende, ganz durchsichtige Anneliden, wozu sich z. B. unser *Chaetogaster diaphanus* gut eignet, untersuchen. Indem wir bei den Contractionen des Wurmes den Bewegungen des Bauchmarkes folgen, erkennen wir, worauf ich schon früher aufmerksam machte, dass dasselbe nicht einfach oder passiv zusammengeknickt wird, sondern im Gegentheil durch selbst-

ständiges Sichbewegen in die Lageveränderungen des Körpers sich zu schicken weiss.

Die Arthropoden scheinen dieser innerhalb des Neurilems liegenden Muskeln deshalb entbehren zu können, weil durch Erstarrung ihrer Haut zu einem Panzer ihre Körpergestalt unveränderlicher ist, somit auch die inneren Organe keine so heftigen Lageveränderungen erleiden, als dies offenbar bei den weichhäutigen Ringelwürmern eintritt. Andererseits lässt sich aber nach meinem Dafürhalten die Anwesenheit von Muskeln, wie sie oben sub 2. zusammengestellt wurden, wohl begreifen, wenn wir überlegen, dass die Nervencentren noch nicht wie bei den Wirbelthieren innerhalb eines eigenen von festen Wänden abgeschlossenen Kanales liegen, vielmehr in einem und demselben Raume zugleich mit den übrigen Eingeweiden. Wird man sich da wundern dürfen, wenn bei der so eigenthümlichen Lagerung des Schlundes zum Gehirn die Schlingbewegungen es nothwendig machen, dass das Gehirn durch besondere Muskeln mit den eintretenden Bewegungen der Umgebung in Einklang sich setzt? Und was die Bauchhöhle betrifft, so mögen vielleicht die verschiedenen Füllungszustände des Darmkanales, die Ab- und Zunahme der Zeugungsorgane, Füllung der oft so grossen Tracheenbehälter mit Luft und Aehnliches, mehr aber noch, wie mir scheint, gewisse Bewegungen des Körpers, namentlich beim Flug, das Vorhandensein einer Musculatur des Nervencentrums bedingen, von welcher man bei den Wirbelthieren keine Spur kennt.

Einiges über den Drüsenmagen der Vögel.

Von

C. Bergmann.

(Hierzu Taf. XIV. A)

Von den hier folgenden Beobachtungen habe ich einige Resultate gelegentlich in den Göttinger gelehrt. Anz. (1857, S. 2030) erwähnt und möchte vielleicht nicht ausführlicher darauf zurückgekommen sein, wenn ich nicht geglaubt hätte, den Fachgenossen, welche die Drüsen des Vormagens der Vögel noch nicht näher beachtet haben, einen Dienst zu erweisen, wenn ich sie auf diese Drüsen aufmerksam machte, an welchen sich mit Hülfe der jetzt üblichen Erhärtungsmittel so sehr leicht instructive und schöne Präparate anfertigen lassen. Bin ich dabei in der Lage, zu den schon von Molin erlangten Resultaten einiges hinzuzufügen, so muss ich das Verdienst wesentlich der besseren Erhärtungsweise zuschreiben.

Zuvörderst indessen möchte ich mir eine historische Bemerkung erlauben. Es ist bekanntlich, seit der Schrift von Molin: Sugli stomachi degli uccelli (1850) die unrichtige Ansicht beseitigt, als seien die makroskopischen Schläuche im Drüsenmagen der Vögel ganz einfache Drüsenhöhlungen. So wenig nun Molin das Verdienst entzogen werden kann, durch seine Darstellung der richtigen Ansicht Eingang verschafft zu haben, so scheint es doch nur gerecht, dabei zu bemerken, dass schon Bischoff in seiner Arbeit über die Magendrüsen (Müller's Archiv 1838) die richtige Erkenntniss unzweideutig ausgedrückt hat. Seine Worte (S. 520): „Die Wände dieser grossen Säckchen sind nämlich selbst wieder mit äusserst zahlreichen kleinen Zellen besetzt“ lassen, in Verbindung mit der Abbildung (Taf. XV, Fig. 23 B) keinen Zweifel, dass er den zu-

sammengesetzten Charakter dieser Bildungen gesehen. Ob die einzelnen Drüsenbläschen durch Compression so mit ihren blinden Enden vortreten, wie Bischoff abbildet, ist mir aus Autopsie nicht bekannt. Dass man aber bei dem Worte Zellen nicht an Zellen im Sinne der heutigen Histiologie denken solle, lehrt die Jahreszahl von Bischoff's Aufsatz. Wie ausserdem die Worte „selbst wieder" ausdrücken, dass mit den „Zellen" etwas die grossen Säckchen im Kleinen Wiederholendes bezeichnet sein solle, hat wohl Molin nicht aufgefasst. Er übersetzt: „Le pareti di questi utricoli sono guarnite di una quantità di piccolissime cellule."

Innenfläche des Drüsenmagens. An Präparaten, welche in Chromsäure erhärtet waren, finde ich bald mehr, bald minder dick auf dem Epithel eine homogene Schicht. Sie mag vielleicht ein Gerinnungsproduct sein. Doch habe ich auch an der Innenfläche des frischen Magens einen eigenthümlich scharfen Umriss bemerkt. Mit dem bekannten hellen Saume der Darmepithelien möchte ich die Erscheinung nicht zusammenstellen.

Die Innenfläche dieses Magens ist bekanntlich mit sehr zierlich angeordneten Papillen und Kanten der Leisten versehen. Die Erhärtung giebt diesen Zeichnungen in andern feinen Reliefbildungen eine besondere Schärfe; Chromsäurepräparate gewähren unter der Loupe sehr hübsche Bilder.

Die Thäler zwischen den Leisten sind nicht eben, sondern enthalten eine grosse Menge von rundlichen oder ovalen Vertiefungen, welche man als Drüschen ansprechen könnte. Bei nicht wenigen Vögeln kommt ihnen der Charakter von kleinen Drüsen wohl sicher zu.

Die bequemste Methode, um diese Verhältnisse zu studiren, ist die Anlegung von Schnitten, welche einen sehr spitzen Winkel mit der Innenfläche des Drüsenmagens machen. Hat man z. B. das Präparat vor dem Einlegen in Chromsäure so umgewandt, dass die Innenfläche des Magens etwas convex geworden ist, so ergeben sich solche Schnitte von selbst, wenn man eine flache Kuppe dieser Wölbung abträgt. Ist der Schnitt dann z. B. in der Mitte schon bis in die eigentlichen

grossen Drüsen eingedrungen, so findet man diesen zunächst eine Zone, welche jene Drüschen darbietet. Sie stehen in Reihen, welche den Thalböden des Schleimhautreliefs entsprechen; etwas weiter gegen den Rand der Schnittfläche fliessen sie zu Linien zusammen.

Man kann wohl zweifelhaft sein, ob man alle diese kleinen Grübchen Drüsen nennen soll, wo sie keine Modification des Epithels darbieten. Wo dieses dagegen der Fall ist, kann man den Namen Drüsen wohl nicht entziehen, und ich glaube deshalb der Schleimhaut des Drüsenmagens bei *Falco buteo*, *Strix flammea*, *Anas boschas* mit Sicherheit solche Drüschen zuschreiben zu dürfen, während beim Staar, Sperling, *Cypselus apus*, einer Krähe, man vielleicht nur Grübchen anerkennen mag. Jedenfalls ist das Vorkommen der Drüschen viel verbreiteter als Molin es gesehen, welcher es für eine Eigenthümlichkeit des Pelikans hält.

Selbstverständlich habe ich mich nicht mit der Betrachtung der erwähnten Schnittfläche begnügt, wiewohl schon die Betrachtung derselben mit der Loupe sehr instructiv ist, sondern auch mikroskopische Lamellen davon entnommen.

Die eigentlichen Magensaftdrüsen sind bei weitem nicht so gleichmässig einfach, wie Molin es meinte. Allerdings scheint es bei den grösseren Drüsenschläuchen, wie sie in den Mägen grosser Vögel sich finden, sehr vorherrschend zu sein, dass ein grosser centraler Raum einfach die Mündungen aller kleinen Schläuche, welche eine dicke Wand um ihn bilden, aufnimmt. In diesem Falle wäre also, wenn man einfache Magendrüsen von Säugethieren zur Vergleichung heranziehen wollte, jeder der grossen Schläuche des Vogels eine gemeinsame Hülle um eine Anzahl Drüschen, welche nun ihre Mündungen nicht direct in den Hohlraum des Magens, sondern in den speciellen Hohlraum richteten, welcher in dem Schlauche zwischen ihnen übrig bleibt. Die grössere Schwierigkeit, diese Drüschen zu isoliren, würde dann nur in dieser festen Capsel und in ihrer festen Verbindung unter sich enthalten sein.

Dem ist aber nicht so; man muss 2 oder 3 Typen der

Anordnung der Elemente in den grossen Schläuchen unterscheiden. Ich werde letztere nur kurzweg Schläuche, die kleineren Schläuche aber Drüsenbläschen nennen, wiewohl letzteres seine Bedenken hat.

Als ersten Typus würde ich nun den Molin'schen bezeichnen und in Beziehung desselben nur bemerken, dass ich es nicht für völlig sicher halte, dass alle Drüsenbläschen direct in den Centralraum münden.

Der Centralraum ist von sehr verschiedener relativer Weite. Namentlich weit finde ich ihn beim Huhne und verschiedenen Enten, schlank beim Seeadler und Bussard.

Bei dem letzteren hätte ich leicht annehmen können, dass statt des einfachen Centralraumes mehrere Parallelkanäle existirten, wenn ich nicht mit dem Längsschnitte auch den Querschnitt verglichen hätte. Es springen nämlich in den Centralkanal mehrere längslaufende Leisten vor, welche den Schein einer vollständigen Trennung leicht erregen können.

Die Schläuche mit einfachem Centralraume gehen in den folgenden Typus über durch solche Formen, bei welchen vom blinden Ende des Schlauches her mehrere Drüsenbläschen zu einigen Kanälen sich vereinigen, welche dann in das äussere Ende des Centralraumes münden. So ist es bei der Taube, wahrscheinlich bei vielen mit schlankem Centralraum.

Der entschiedene zweite Typus wäre dadurch constituirt, dass allgemein die Drüsenbläschen nur durch Vermittelung von untergeordneten Ausführungsgängen in den Hauptausführungsgang münden, welcher letztere dabei sehr kurz sein kann. Ein Beispiel davon bilde ich ab vom Staar. Ich fand dasselbe bei *Emberiza*, beim Sperlinge, der Krähe, *Strix flammea*, *Colymbus*. Beim Sperlinge fand ich mehrfach Zwillingschläuche, an der Ausführungsöffnung enge verbunden.

Von dieser Form ausgehend, habe ich den Namen Drüsenbläschen für die kleinen Schläuche vorgezogen. Für die erste Form ist er nicht nothwendig, für die dritte ist er aber allerdings eigentlich ungenügend; nur weiss ich keinen anderen an die Stelle zu setzen.

Der dritte Typus charakterisirt sich nämlich dadurch, dass überhaupt nicht sämmtliche Drüsenbläschen (vermittelt durch untergeordnete Ausführungsgänge) durch einen Hauptkanal in die Magenhöhle münden, sondern eine Anzahl kleinerer Ausführungsgänge neben einander die Ausleerung des Secretes in die Magenhöhle bewirken. Diese Bildung ist sehr ausgeprägt bei *Cypselus apus* vorhanden. Während die Schläuche der zweiten Form im Ganzen sich mit Flaschen mit kurzem engen Halse vergleichen lassen, so ist der Hals ganz weit, wenn man den Theil überhaupt noch Hals nennen mag. Eine Annäherung findet sich bei den Drüsen des zweiten Typus allenfalls in dem Umstande, dass der einfache Hauptausführungsgang sehr kurz ist.

In allen Drüsen sind die Wandungen der Bläschen mit einem Secretionsepithel besetzt, dessen Zellen bei *Cypselus* sehr klein und enger hautartig aneinander schliessend erschienen. Bei den übrigen waren sie rundlich oder oval, die Umrisse der einzelnen treten ziemlich frei hervor (vgl. Fig. 2). Diese Zellen sind im frischen Zustande sehr blass und feinkörnig; eine Membran besitzen sie meines Erachtens nicht. In den Ausführungsgängen tritt ein Epithel von hellen Zellen auf, welche in den grösseren Gängen, resp. den Centralräumen, durch Ueberwiegen des einen Durchmessers in deutliches Cylinderepithel übergehen.

Besonders interessant ist es mir noch gewesen, dass sich in der Blutgefässanordnung dieser Magendrüsen der merkwürdige, von Gerlach und Frey für den Magen u. s. w. von Säugethieren nachgewiesene Vertheilungsplan der kleinsten Arterien und Venen mit einer den Umständen angemessenen Modification, welche auch ihr eigenes Interesse hat, sehr leicht nachweisen lässt. Bei der Leichtigkeit, mit welcher sich hier Injectionen ausführen lassen, glaube ich das Object auch in dieser Beziehung besonders empfehlen zu dürfen.

Billiger Weise muss ich hier jedoch nicht übergehen, dass

eine wesentlich richtige, nur in Beziehung auf Nebenpunkte etwas verfehlte und in Betreff der Unterscheidung von Arterien und Venen unsichere Angabe schon in der Dissertation von Glaettli (Einiges über die Labdrüsen des Magens, Zürich 1852) enthalten ist, welche übrigens die Kenntniss der Vogelmagendrüsen nicht über Molin's Standpunkt hinausführt.[1])

Da man in vielen Organen nach Erhärtung in Chromsäure noch so schöne Beobachtungen über die Blutgefässe mit ihren wohl erhaltenen Blutkörperchen machen kann, so war es mir von Anfang her auffallend und forderte zu Injectionen auf, dass ich zwischen den Drüsenbläschen keine Spur von Capillaren sah, wo sie doch zu erwarten waren. Im Gegentheile schien zwischen zwei Lumina von Bläschen nur eine einfache Membran die Gränze zu bilden.

Dann aber sah ich auf Querschnitten der Schläuche, nahe ihrer Axe, in verschiedenen Präparaten bräunliche Flecken, welche ich nur für Durchschnitte sehr feinwandiger Blutgefässe von verhältnissmässig erheblichem Caliber halten konnte. Blutkörperchen habe ich jedoch hier nie unterschieden. Vielleicht bringt es der Magensaft selbst mit sich, dass sie sich schon verändern, ehe die langsame Chromsäure in die Schläuche dringt.

Die Injection ergab dann leicht Folgendes:

Die Arterien treten zwischen den Schläuchen ein, verzweigen sich an ihrer Aussenseite und geben ihre letzten Spitzen in die Schleimhaut. Capillaren dringen zwischen den Drüsenbläschen bis gegen die Axe des Schlauches und bilden hier verhältnissmässig ansehnliche Venen, welche gegen die Mündung des Schlauches ihren Weg nehmen, so die Schleimhaut erreichen, sich hier mit einem groben Venennetze verbinden. Aus letzterem treten dann Venen in geradem Verlaufe zwi-

1) Die Zellenbekleidung der Drüsenbläschen, welche Molin nicht gesehen hat, fand auch Glaettli nicht. Er sah nur eine feinkörnige mit Kernen gemischte Masse. Bei der grossen Zartheit des Umrisses der frischen Laabzellen kann dies sehr leicht begegnen.

schen den Schläuchen herab und gehen in die hinter diesen verlaufenden Venen über.

Durch die Aeste, welche die Venen in der Axe der Schläuche zusammensetzen, kann auf Querschnitten das Bild eines mehr oder minder vollkommenen Venenringes entstehen. Glaettli schliesst mit Unrecht daraus auf einen spiraligen Verlauf der Venenstämmchen.

Auch enthält ein Schlauch keineswegs immer nur eine Hauptvene. Ich habe deren auch zwei ganz gleich starke gesehen, durch deren Anastomosen ebenfalls Ringe auf Querschnitten entstehen können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Magendrüsen vom Staar. Der Schnitt in dem einen Schlauche zeigt genau die Axe. Zwischen den Papillen der Schleimhaut zeigen sich Fetzen des structurlosen Ueberzuges.

Fig. 2. Scheidewand zweier Schläuche, von welcher nach beiden Seiten unter spitzen Winkeln die Septa der Bläschen ausgeben. An einem sind einseitig, an einem beiderseitig die Laabzellen ausgeführt. Ebenfalls vom Staar.

Die Abbildungen sind sorgfältig von Herrn Fr. Eilh. Schulze gezeichnet.

Beiträge zu den Bildungshemmungen der Mesenterien.

Von

Professor Dr. Wenzel Gruber
in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel XIV. B.)

Ich habe der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg Ende des J. 1861 einen Aufsatz mit drei, anomale Anheftung und dadurch anomale Lagerung des Darmes bedingenden Bildungshemmungs-Arten — unter dem Titel: „Ueber einige seltene, durch Bildungsfehler bedingte Lagerungsanomalien des Darmes bei erwachsenen Menschen." Mit 2 Abbildungen — überreicht. Der Aufsatz wurde in der Sitzung der physik.-math. Classe am 31. Januar (12. Februar) 1862 vorgelegt und erschien im Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg, Tom. V. No. 2, p. 49—60, und in den Mélang. biolog. Tom. IV. p. 149—164. Bald nach Uebergabe dieses Aufsatzes in den Monaten Januar und Februar 1862 kamen mir wieder zwei hierher gehörige Fälle Erwachsener mit Bildungshemmungen der Mesenterien, bei vollständig ausgebildetem, und bald anomal bald normal gelagertem Darmkanale, vor. Beide Fälle sind ebenfalls grosse Seltenheiten. Nicht nur ihrer Seltenheit wegen, sondern auch ihrer Disposition halber zu mannichfachen möglichen Dislocationen der Gedärme im Leben der Individuen, wodurch sie auch für den Arzt interessant werden, besonders aber deshalb, weil sie, vereint mit dem im oben citirten Aufsatze beschriebenen und abgebildeten Falle Nr. I.: — Linkseitige Lage des ganzen Dickdarmes. Mangel des Mesenterium im gewöhnlichen Sinne. Mesenterium commune für den Dünndarm und Dickdarm vom Coecum bis zur

Flexura lienalis. — geeignet erscheinen, für eine gewisse Annahme des Entwickelungsganges der Mesenterien aus dem einfachen Mesenterium des embryonalen Mitteldarmes vielleicht Stützen abzugeben, verdienen auch diese Fälle gekannt zu sein.

Fall A. (IV.) (Fig. 1 u. 2).

Lage des Dickdarmes unter und hinter dem Dünndarme vor der Wirbelsäule und im grossen und kleinen Becken. — Befestigung des völlig ausgebildeten Darmkanales (vom Duodenum abwärts) an die hintere Bauch- und Beckenwand durch ein einziges, mit seiner Wurzel vor der Wirbelsäule und vor dem Kreuzbeine fast vertikal absteigendes, dem Gekröse des Mitteldarmes und Enddarmes eines Embryo, etwa im 4. Monate, analoges Mesenterium. Beobachtet am 9. Februar 1862 an der Leiche eines an Pneumonie gestorbenen, 18—20 Jahre alten Jünglings.

Die Leber, die Milz, der Magen und das Pankreas haben ihre gewöhnliche Lage. Das Duodenum (Fig. 1a) liegt mit der Pars transversa superior und P. descendens frei zu Tage. Der übrige Dünndarm (Fig. 1b) nimmt die Regio mesogastrica ein, erstreckt sich auch in die R. hypogastrica nicht aber in die Beckenhöhle herab. Der Dickdarm (Fig. 1B) bildet keinen Kranz um das Jejunum und Ileum, liegt mit keinem Abschnitte in den Regiones iliacae, sondern theils unbedeckt vom Dünndarme in der R. hypogastrica, im grossen und kleinen Becken, theils vom Dünndarme bedeckt, vor der Wirbelsäule. Das Jejunum und Ileum mit einem dem Coecum, Colon ascendens und C. transversum entsprechenden Abschnitte des Dickdarmes kann aufwärts und seitlich aus der Bauchhöhle herausgeschlagen werden. Man sieht dann die Fossa iliaca dextra und die beiden Regiones iliacae vom Dickdarme leer und vor den Nieren nicht angeheftet, den dem Colon descendens und der Flexura sigmoidea entsprechenden Abschnitt des Dickdarmes vor dem linken Seitentheile der Wirbelsäule, dann in der Fossa iliaca sinistra und theilweise in der Beckenhöhle gelagert.

Der Magen ist etwas kleiner als gewöhnlich. Sein Cardiatheil steigt ungewöhnlich steil abwärts.

Das Duodenum umgiebt wie gewöhnlich den Kopf des Pankreas, hat aber eine von der normaler Fälle etwas abweichende Gestalt. Es beschreibt nämlich keine halbkreis- oder hufeisenförmige Schlinge, sondern eine mit ihrem Anfangs- und Endschenkel von dem mittleren rechtwinklig abgebogene dreischenklige Schlinge. Die Pars transversa superior desselben verhält sich wie gewöhnlich, ist der kürzeste Abschnitt, 1 Zoll lang. Die Pars descendens steigt bogenförmig gekrümmt schief abwärts zum inneren Rande und theilweise zur vorderen Seite des unteren Endes der rechten Niere, bildet aber einen mit der Convexität nach vorwärts und links gerichteten Bogen, ist der längste Abschnitt, $6\frac{1}{2}$ Zoll lang. Die Pars transversa inferior läuft ganz quer medianwärts, ist nur $1\frac{1}{2}$ Zoll lang. 2 Zoll über der Theilung der Aorta in die Art. iliacae communes geht das Duodenum durch die Flexura duodeno-jejunalis in das Jejunum über. Hinter dieser Flexur und links davon befindet sich die $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefe und ziemlich weite Retroversio peritonei mesogastrica (Fossa duodeno-jejunalis auct.), welche mit einer halbmondförmig gekrümmten Spalte an ihrem unteren Ende in den grossen Peritonealsack sich öffnet (F. 2 β). Das Jejunum und Ileum verhalten sich normal, abgesehen von ihrer Lage und Anheftung. Die Länge der letzteren beträgt 21 Fuss 10 Zoll P. M., somit die des ganzen Dünndarmes 22 Fuss 7 Zoll.

Der Dickdarm ist in die bekannten Abschnitte deutlich geschieden, hat aber, was das Colon anbelangt, einen ganz anomalen Verlauf, d. i. im Zickzack. Derselbe beginnt in der Fossa iliaca dextra und setzt durch die kleine Beckenhöhle über der Flexura sigmoidea und der Harnblase mit dem von den Dünndarmschlingen unbedeckten ersten Abschnitte in die Fossa iliaca sinistra quer hinüber. Daselbst biegt er vor der Flexura sigmoidea das erste Mal und zwar nach rechts um, um mit einem von den Dünndarmschlingen bedeckten zweiten Abschnitte knapp über ersterem bis gegen die Einsenkung des Ileum in das Colon quer nach rechts zurückzukehren. Hier

biegt er unter einem fast rechten Winkel das zweite Mal nach aufwärts und links um, um mit einem dritten Abschnitte hinter dem Dünndarme vor der Wirbelsäule bis hinter den Magen und unter die linke Hälfte des Pankreas schief aufwärts und links zu steigen. An diesem Orte und von dem linken Seitentheile der Wirbelsäule biegt er das dritte Mal spitzwinklig nach abwärts in einen vierten Abschnitt um. Dieser steigt eine kurze Strecke vor dem linken Seitentheile der Wirbelsäule und vor dem inneren Theile der unteren Hälfte der linken Niere bis zur Höhe des *Lig.* intervertebrale zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbel schwach bogenförmig gekrümmt hinter den Dünndarmschlingen abwärts, bildet dann durch eine vierte und fünfte Biegung eine grosse zweischenklige Schlinge, welche in der Fossa iliaca sinistra und in der Beckenhöhle unter den ersten queren Abschnitten des Dickdarmes gelagert ist, und an der deutlichen Amussat'schen Verengerung, links vom Promontorium, in den fünften Abschnitt übergeht.

Der erste oder untere quere Abschnitt ist analog dem Coecum und Colon ascendens, der zweite oder obere quere nebst dem dritten oder aufsteigenden den beiden Hälften des Colon transversum, der vierte oder absteigende dem Colon descendens und der Flexura sigmoidea normaler Fälle. Der fünfte in der Beckenhöhle liegende Abschnitt ist das normal sich verhaltende Rectum. Die erste Biegung ist analog der Flexura hepatica n. F., die zweite ist eine supernumeräre, die dritte ist analog der Flexura lienalis n. F., die vierte und fünfte gleichen der dritten und vierten n. F. und bilden die Flexura sigmoidea.

Das Coecum (Fig. 1 und 2c) liegt in der Fossa iliaca dextra und ist so umgedreht, dass sein sonst hinterer Umfang nach vorn, sein sonst äusserer Umfang nach unten, sein unteres blindes Ende nach rechts sieht. Es ist 3 Zoll lang. Der Processus vermicularis (a) liegt daher unter der Einsenkung des Ileum in das Colon, auf diesem und dem Coecum, nicht hinter denselben. Er geht an gewöhnlicher Stelle vom Coecum ab, krümmt sich median vor- und abwärts und hängt wie gewöhnlich an einem Mesenteriolum. Er ist 3 Zoll lang. Das Colon ascendens (d) liegt in der Fossa iliaca dextra, über

der Harnblase und Flexura sigmoidea in der kleinen Beckenhöhle und der Fossa iliaca sinistra. Es ist ebenfalls so nach unten und links umgeschlagen, dass seine hintere Seite nach vorn, seine äussere nach unten sieht. Es ist 11 Zoll lang. Das Colon transversum ist durch die supernumeräre Biegung in zwei gleich lange Hälften getheilt, wovon die der rechten Hälfte n. F. analoge aus der Fossa iliaca sinistra vor und über dem Promontorium zur Einsenkung des Ileum in das Colon nach rechts hinüber springt (e), die der linken Hälfte n. F. analoge vor der Wirbelsäule gegen und unter die linke Hälfte des Pankreas aufwärts steigt. Es ist 18 Zoll lang. Das Colon descendens (Fig. 2f) liegt auf dem linken Seitentheile der Wirbelsäule bis zum Lig. intervertebrale zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbel herab und vor dem inneren Theile der unteren Hälfte der linken Niere. Es ist 5 Zoll lang. Die Flexura sigmoidea (Fig. 2g) hat die gewöhnliche Gestalt und liegt theils in der Fossa iliaca sinistra, theils im kleinen Becken. Die Wurzeln ihrer Schenkel liegen aber über-, nicht nebeneinander, so dass der sonst linke Grimmdarmschenkel der obere, der sonst rechte Mastdarmschenkel der untere ist. Dieselbe stellt einen 22—23 Zoll langen Dickdarmabschnitt dar. Das Rectum verhält sich normal und ist 7—8 Zoll lang.

Der Dickdarm ist somit 5 Fuss 6—8 Zoll lang und seine Länge verhält sich zu der des Dünndarmes wie 1 : 4. Seine Länge steht daher zur Länge des Dünndarmes ebenso in keinem Missverhältnisse, wie die Länge des ganzen Darmkanales zur Körperlänge. Die Länge des Colon descendens sens. strict. im Verhältnisse zu der der übrigen Abschnitte des Colon weicht von der Regel ab.

Das Duodenum ist an seiner Pars transversa superior wie gewöhnlich, an seiner P. descendens an $^{2}/_{3}$ seines Umfanges vom Peritoneum eingehüllt. Seine P. transversa inferior liegt hinter letzterem. Es ist auf gewöhnliche Weise an der hinteren Bauchwand befestigt.

Der übrige Dünndarm und der Dickdarm hängen nicht an besonderen Gekrösen. Es existirt für das Jejunum und Ileum nicht ein Dünndarmgekröse (Mesenterium) im gewöhnlichen

Sinne, welches von dem Dickdarmgekröse für das Colon (Mesocolon) geschieden und davon kranzförmig umgeben wäre. Der Darmkanal hat vielmehr, von der Flexura duodeno-jejunalis angefangen bis zur zweiten Abtheilung des Rectum herab, nur ein einziges, gemeinschaftliches Gekröse, Mesenterium commune (Fig. 2†). Es geht mit seiner Wurzel von der Wirbelsäule und dem Kreuzbeine aus. Die Wurzel beginnt in der Höhe des zweiten Lendenwirbels, also in der Höhe, in der das gewöhnliche Mesenterium seinen Anfang nimmt, nur etwas mehr nach rechts. Sie steigt von der Wirbelsäule und zwar längs und von dem linksseitigen Umfange der Aorta und von der Arteria iliaca communis sinistra zur Höhe der Synchondrosis sacro-iliaca sinistra und vor dieser in das kleine Becken, also in etwas schiefer Richtung von oben nach unten und links gestreckt herab. Ihr oberster Theil breitet sich schnell wie ein Fächer in eine grosse, im grössten sagittalen Durchmesser $8^1/_2$—9 Zoll breite, halbkreisförmige und an ihrem unteren Rande halbmondförmig ausgebuchtete Portion des Mesenterium commune aus, welche an ihrem oberen und vorderen Rande das Jejunum mit dem Ileum, an ihrem unteren und hinteren Rande die linke Hälfte des Colon transversum und am Winkel zwischen dem vorderen und unteren Rande das Colon ascendens mit der rechten Hälfte des Colon transversum hängen hat. Der darauf folgende Theil der Wurzel geht in eine einen kurzen und nur $1^1/_4$ Zoll breiten Streifen darstellende Portion über (Fig. 2*), welche mit dem nach links hängenden Colon descendens in Verbindung steht. Der dritte von der Höhe des Lig. intervertebrale zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbel bis vor die Synchondrosis sacro-iliaca sinistra reichende und 3 Zoll lange Theil verlängert sich in eine $7^1/_2$ Zoll lange, an der breitesten Stelle 6 Zoll breite Portion zur Anheftung der Flexura sigmoidea. Der unterste und im Becken befindliche Theil endlich geht in eine dreieckige, an die obere Abtheilung das Rectum sich befestigende Portion über, welche dem Mesorectum n. F. völlig gleicht.

Das Omentum majus geht wie gewöhnlich von der grossen Curvatur des Magens aus, hängt aber nicht vor den Ge-

därmen herab und befestigt sich auf eine ganz abnorme Weise. Es dringt nämlich mit der rechten Portion zwischen die Windungen des Dünndarmes ein, und steigt mit der linken Portion in der linken Hälfte der Bauchhöhle sogar hinter dem Dünndarme und hinter der Flexura sigmoidea vor der linken Niere und vor dem kurzen Colon descendens bis in die Fossa iliaca sinistra herab, nachdem es unter der Milz in Gestalt eines breiten, dreiseitigen Bandes zum Zwerchfelle hinübergesetzt und in der Gegend der Rippenknorpel der 10.—12. linken Rippe mit dem Zwerchfelltheile des Peritoneums sich vereinigt hatte, um das fehlende Ligamentum phrenico-colicum zu ersetzen und zur Lagerung der Milz einen Blindsack zu bilden. Es heftet sich an das Duodenum, an das Mesenterium commune, mehr oder weniger nahe dem Dünndarmrohre, an den der Flexura lienalis und dem Colon descendens sens. striot. entsprechenden Abschnitt des Dickdarmes, an das Peritoneum parietale in der Fossa iliaca sinistra längs einer bogenförmigen Linie und an das der linken Seitenwand der Bauchhöhle längs einer vertikalen Linie, die von einem Punkte 2 Zoll hinter der Spina ilei anterior superior ausgeht und am Knorpel der linken 12. Rippe endigt. Das Omentum majus weist daher die sonst vorkommende, doppellamellige, hintere, freie Wand nicht auf. Diese ist mit dem Mesenterium commune und dem Peritoneum parietale der hinteren und theilweise seitlichen Wand der linken Hälfte der Bauchhöhle und theilweise des grossen Beckens so innig verschmolzen, dass es scheint, als ob das Mesenterium commune und das Peritoneum parietale, welches die linke Regio renalis und iliaca und den hinteren Theil der linken Fossa iliaca austapezirt, die hintere Wand der Bursa omentalis major bilden würde. Die B. omentalis major ist von der normal sich verhaltenden B. omentalis minor durch das Ligamentum gastro-pancreaticum, also wie gewöhnlich, geschieden. Durch ein Loch, Foramen omenti majoris, in demselben communiciren die B. omentales mit einander; durch das normal sich verhaltende Foramen omenti minoris s. Winslowii communicirt die B. omentalis minor mit dem grossen Peritonealsacke.

Fall B. (V.)

Mangel des Mesocolon ascendens im gewöhnlichen Sinne und Mangel jeder Anheftung des Colon ascendens mit dem Coecum an die rechte Niere und den rechten Musculus iliacus internus. — Freies Hängen des Colon ascendens mit dem Coecum am rechten Rande des mit seiner Wurzel vor der Wirbelsäule fast transversal befestigten Mesenterium des Dünndarmes. — Abnorm lange und abnorm gelagerte Flexura sigmoidea. — Hufeisenniere. — Beobachtet am 19. Januar 1862 an der Leiche eines Mannes.

Die Bauch- und Beckeneingeweide, die Flexura sigmoidea des Dickdarmes und die Nieren ausgenommen, haben die gewöhnliche Lage und verhalten sich auch sonst normal. Dieselben, das Colon ascendens mit dem Coecum ausgenommen, stehen auf bekannte Weise mit den Bauch- und Beckenwänden und unter einander in Verbindung.

Der Darmkanal hat, bei einer Körperlänge von 5 Fuss P. M., eine Länge von 29 Fuss, wovon 22 auf den Dünndarm, 7 auf den Dickdarm kommen. Es verhält sich somit: Die Körperlänge zur Darmkanalslänge wie 1 : 5,8; die Körperlänge zur Dünndarmlänge wie 1 : 4,4; die Dünndarmlänge zur Dickdarmlänge wie 3,143 : 1. Es sind dies entweder gar keine Missverhältnisse, oder es existirt ein solches vielleicht zwischen dem Dünn- und Dickdarme, was auf Rechnung der abnorm langen Flexura sigmoidea käme.

Die Flexura sigmoidea stellt einen 27½ Zoll langen Dickdarmabschnitt dar, welcher eine 11 Zoll hohe Darmschlinge bildet, die beim Aufwärtsschlagen mit ihrem Scheitel beinahe den Processus xiphoideus des Brustbeins erreicht. Sie hat sonach eine enorme Grösse. Dieselbe hängt an einem 8—9 Zoll langen, an der Wurzel 3 Zoll 3 Linien, gegen den Scheitel 5½ Zoll breiten Mesocolon. Sie liegt mit ihrem Scheitel in der Fossa iliaca dextra hinter dem Coecum und im unteren Theile der Regio iliaca dextra hinter dem Colon ascendens,

mit ihrem Körper vor der Commissur der Hufeisenniere, vor den untersten Lendenwirbeln und in der Beckenhöhle hinter dem Dünndarme, mit ihrer Wurzel theils in der Fossa iliaca sinistra, theils im kleinen Becken unter dem Dünndarme.

Die Nieren sind an ihren unteren Enden durch eine vor der Wirbelsäule liegende Commissur zu einer sogenannten Hufeisenniere verschmolzen. Die Commissur derselben erstreckt sich von einem Punkte 1 Zoll unterhalb des Ueberganges des Duodenum in das Jejunum bis zur Höhe der Theilung der Aorta abdominalis herab.

Das Coecum mit dem Colon ascendens bilden ein 1 Fuss langes Dickdarmstück, wovon 3 Zoll auf ersteres, 9 Zoll auf letzteres kommen. Sie hängen in der Regio und Fossa iliaca dextra vor dem Scheitel der Flexura sigmoidea bis zum rechten Arcus cruralis frei herab. Das vom Peritoneum im ganzen Umfange überzogene Colon ascendens hängt am Mesenterium des Dünndarmes. Der Processus vermicularis ist 5 Zoll lang. Er geht an gewöhnlicher Stelle vom Coecum ab, hat sein Ende nach oben und links liegen. Derselbe hängt an einem bis gegen sein Ende reichenden, bis 3 Zoll breiten, sichelförmig ausgeschnittenen, dreieckigen Mesenteriolum. Von der vorderen Fläche des letzteren geht eine am oberen freien Rande halbmondförmig ausgeschnittene Bauchfellfalte zum Coecum und zum freien Randes des Ileumendes, um eine sehr weite, nach oben und links offene Fossa ileo-coecalis zu bilden. Das Mesocolon transversum und das Omentum majus verhalten sich auf normale Weise. Das Mesocolon descendens fehlt.

Das Mesenterium des Dünndarmes geht von der hinteren Wand der Bauchhöhle mit einer 5—6 Zoll breiten, fast parallel jener des Mesocolon transversum, also fast transversal gelagerten Wurzel aus. Die Wurzel beginnt, medianwärts vom linken Lappen der Hufeisenniere, vor dem linken Seitentheile der Wirbelsäule in gewöhnlicher Höhe, zieht vor der Wirbelsäule, 1 Zoll über der Commissur der Hufeisenniere quer nach rechts und endigt vor der Mitte des rechten Lappens der Hufeisenniere, 3 Zoll über der Stelle am Eingange

in das kleine Becken, welche gegenüber der Synchondrosis sacro-iliaca liegt. Sie enthält in ihren linken $^{2}/_{3}$ die Pars transversa inferior duodeni. Sie sendet von ihrem rechten Ende eine sichelförmige Falte ab, welche quer durch die Regio iliaca dextra, gleich weit von der letzten Rippe und der Crista ossi ilei entfernt, verläuft und in das Peritoneum parietale allmählig sich verliert. Das Mesenterium hat an seinem linken und unteren Rande das Jejunum und Ileum, an seinem rechten Rande das Colon ascendens hängen. Es ist somit für den Dünndarm und das Anfangsstück des Dickdarmes ein Mesenterium commune zugegen. Dasselbe ist von der Wurzel bis zum unteren Rande am Dünndarme an der längsten Stelle 9—10 Zoll lang.

Durch die anomale Anordnung der Wurzel des Mesenterium erhält der Dünndarm eine ungewöhnlich grosse, und durch das Aufgehängtsein des Colon ascendens an das Mesenterium, das Colon ascendens mit dem Coecum eine ganz abnorm freie Beweglichkeit. Dieselben können daher aufwärts und seitlich aus der Bauchhöhle heraus- und das Colon ascendens mit dem Coecum auch vor und hinter dem Dünndarme und dem diesen zukommenden Theile des Mesenterium beliebig nach links hinüber geschlagen werden.

Bedeutung.

Die beschriebenen Fälle A. (IV.) und B. (V.) sind Bildungshemmungen. Sie sind ähnlich jenem Falle Nr. I., welchen ich in dem oben citirten Aufsatze beschrieben habe und hier vergleichungsweise wieder zur Sprache bringen werde. Die Bildungshemmung dieser drei Fälle besteht in Reduction aller oder einiger Mesenterien des Darmkanales auf ein einziges oder doch nur auf wenigere, rücksichtlich ihrer Grösse mehr durch Excess als Mangel von den Mesenterien der Individuen gleichen Alters etc. sich auszeichnende Mesenterien, welche zugleich mit einem Darmkanale vorkommen, der wie bei den Individuen desselben Alters etc. ausgebildet ist oder

doch davon nur unwesentlich abweicht. Dieselbe ist in Stehenbleiben der Mesenterien auf verschiedenen früheren Bildungsstufen begründet. Dieses Stehenbleiben kann mit Rücksicht auf die Lage und Aufstellung des Dickdarmes, auf die Art der Verbindung des Omentum majus, vorzugsweise aber mit Rücksicht auf die Art der Anheftung des Darmkanals überhaupt: im Falle A. (IV.) auf eine Bildungsstufe etwa im 2. Monate des Embryonallebens, im F. I. auf die im 3. Monate und im F. B. (V.) auf die im 4. Monate zurückgeführt werden. Fall A. (IV.) stellt daher den höchsten Grad, F. I. den minder hohen Grad und F. B. (V.) den niedrigsten Grad einer und derselben Bildungshemmungsart dar.

Dass dem so sein dürfte, ist aus nachstehender Zusammenstellung zu entnehmen:

1) Der Dickdarm lag im Falle A. noch in der unteren Bauchregion, in der Beckenhöhle und vor der Wirbelsäule unter und hinter dem Dünndarme, im F. I. schon ganz in der linken Hälfte der Bauchhöhle neben dem Dünndarme und in der Beckenhöhle; im F. B. wie im normalen Zustande kranzförmig um den Dünndarm.

2) Im Falle A. existirte für den ganzen Darmkanal ein Mesenterium commune. Dieses war mit seiner vertical abwärts steigenden Wurzel an oder doch neben der Mittellinie des Körpers angeheftet, mit seinem Darmrande an dessen oberem (vorderem) Abschnitte an den Dünndarm, an dessen unterem (hinterem) Abschnitte an den Dickdarm befestigt. Im F. I. war wohl ein Mesenterium commune für den Dünndarm, das Colon ascendens und transversum, aber nicht mehr für den noch übrigen Dickdarm zugegen. Das Mesenterium commune ging mit einer queren, aber schmalen-Wurzel unter dem Pankreas von der Wirbelsäule aus. Der obere Theil seines linken Randes schickte einen Anhang ab, an dem das Colon transversum als eine links vom Dünndarme, vom Colon ascendens mit dem Coecum und von der Wirbelsäule, dann vor dem Colon descendens und theils links neben diesem liegende Schlinge frei herabhing; der untere Theil desselben heftete sich an das Colon ascendens. Das Colon descendens sens.

strict. besass gar kein Mesocolon mehr. Die Flexura sigmoidea hatte ihr Mesocolon und das Rectum hatte sein Mesorectum. Im F. B. war ebenfalls ein Mesenterium commune da, allein dieses beschränkte sich nur auf den Dünndarm und das Colon ascendens. Es entstand zwar auch mit einer queren Wurzel unter dem Pankreas von der hinteren Bauchwand, allein diese erstreckte sich rechts noch lateralwärts von der Wirbelsäule hinaus und war breit, lag unter der Wurzel des hier vorhandenen Mesocolon transversum und verlief dieser parallel. Es inserirte sich mit seinem rechten Darmrande an das Colon ascendens. Das Colon transversum und die Flexura sigmoidea hatten ihre Mesocola. Das Rectum besass sein Mesorectum. Das Colon descendens sens. strict. hatte kein Mesocolon.

3) Im Falle A. hatte das Colon descendens sens. lat. sich aufgestellt und noch durch ein Gekröse (Mesenterium commune) an oder neben der Mittellinie des Körpers sich angeheftet. Im F. I. war das Colon descendens sens. lat. auch aufgestellt, aber nebst dem war das Colon transversum in seiner Aufstellung begriffen und das Colon ascendens mit dem Coecum wenigstens im Sichanschicken dazu vorgefunden worden. Auch war das aufgestellte Colon descendens sens. lat. schon mehr nach links von der Mittellinie gerückt als im vorigen Falle, und am Colon descendens sens. strict. schon ohne ein Mesocolon angeheftet. Im F. B. war das ganze Colon wie im normalen Zustande aufgestellt, mit dem Colon descendens sens. strict. ganz lateralwärts gerückt ohne Mesocolon angeheftet, mit dem Colon ascendens aber weder mit noch ohne Mesocolon eine Verbindung (seitlich und hinten) vor der rechten Niere eingegangen.

4) Das Omentum majus, welches unter normalen Verhältnissen im 4. Monate des Embryonallebens, also vor oder während der Beendigung der Aufstellung des Dickdarms, mit dem Mesocolon und Colon transversum verwächst, vermochte im F. A. nicht, sich an das Colon transversum anzuheften, weil dieses nicht aufgestellt war, ging aber anomaler Weise mit dem Mesenterium commune, Peritoneum parietale, Duode-

num und Colon descendens sens. strict. eine Vereinigung ein. Im F. I. hatte es sich schon an das Colon transversum und C. ascendens inserirt, weil ersteres in seiner Aufstellung begriffen war, letzteres dazu wenigstens sich anschickte, musste aber noch mit dem in grosser Ausdehnung hinter ihm liegenden Mesenterium verwachsen. Im F. B. aber verwuchs es mit dem Mesocolon und Colon transversum, und einem Theile des Colon ascendens allein und auf normale Weise, weil der Dickdarm, obgleich er sich mit dem Colon ascendens noch nicht befestigt hatte, dennoch seine Aufstellung beendigt und eine völlig normale Lage angenommen hatte.

Die bekannten Angaben über die mechanischen Vorgänge zum Zustandekommen der späteren merkwürdigen Lage und eigenthümlichen Anheftungsweise der Gedärme sind in Hinsicht der Lage deutlich, lassen aber in Beziehung der Anheftungsweise Manches im Dunkeln.

Sollte man bei diesen Vorgängen zugleich annehmen, dass die dem oberen Schenkel des Mitteldarmes zukommende Portion der Wurzel des Mesenterium des letzteren in derselben Ausdehnung als Wurzel des späteren Mesenterium des Dünndarmes verbleibe; dann müsste die dem unteren Schenkel des Mitteldarmes zukommende Portion des Mesenterium, beim Verrücken dieses Schenkels zu seiner Aufstellung als Dickdarm, zu einem doppelten, den oberen Schenkel des Mitteldarmes, oder den Dünndarm, und sein Gekröse umgebenden Mesenterium sich gestalten. Nimmt man aber an, dass die Wurzel des Mesenterium des Mitteldarmes grossentheils Wurzel des Mesenterium des zum Dickdarme sich aufstellenden unteren Schenkels des Mitteldarmes werde, dass beim Vorrücken des letzteren von links nach rechts vor und über dem oberen Schenkel sich dieser zugleich von links nach rechts drehe, und dass endlich, bei weiterer Verlängerung des unteren Schenkels rechts herab, das beiden noch gemeinschaftliche Mesenterium des Mitteldarmes von oben nach unten allmählig an Befestigung an der hinteren Bauchwand gewinne und dadurch in 2 Mesenterien, d. i. in eines (Mesocolon ascendens) für den unteren Schenkel des Mitteldarmes und in eines (Mesenterium

des Dünndarmes) für den oberen Schenkel sich scheide; nur dann allein ist durch einen mechanischen Vorgang die Bildung eines einfachen Mesocolon erklärbar.

Bleibt die Wurzel der Portion des Mesenterium, welche dem oberen Schenkel des Mitteldarmes zukommt, auch die Wurzel des Mesenterium des künftigen Dünndarmes, dann stellen sich z. B. die Bildungshemmungen mit einem doppelten Mesocolon zur linken Seite des Mesenterium ein, wie Fälle davon W. Treitz[1]) beschrieben hat. Ist dem aber nicht so, sondern das in der zweiten Annahme Auseinandergesetzte das Richtige, und bleibt dabei der Dickdarm, trotz seiner mehr oder weniger vollständigen Ausbildung, im Vorrücken zu seiner Aufstellung und Anheftung zurück, dann werden die Bildungshemmungen auftreten, welche Treitz[2]) in zwei Fällen gesehen hat, ich in den Fällen A., I. und B. beschrieben habe und in den Fällen des Vorkommens eines theilweise gemeinschaftlichen Mesenterium für den Dünndarm und das Colon ascendens noch weiter unten beschreiben werde.

Seltenheit des Vorkommens. — Vergleichung mit anderen, dem Grade nach verschiedenen Bildungshemmungen.

Dem Falle A. (IV.) kann meines Wissens nur der Fall zur Seite gestellt werden, welchen J. Cruveilhier[3]) beobachtet hat. „Bei einem Erwachsenen waren die Mesenterien des Peritoneum auf ein einziges reducirt. Dieses begann unmittelbar unter der Einsenkung des Ductus choledochus in das Duodenum und $1^1/_2$ Zoll unter dem Pylorus, und erstreckte sich von da bis zum Rectum. Der Dickdarm bildete einen gewundenen Bogen, welcher die Grenze der Scheidung der

1) Hernia retroperitonealis. Prag 1857. 8. P. 126, 128, 129. Fall A., C. und D.

2) L. c. p. 127, 141. Fall B. und E.

3) Dict. de Méd. et Chir. pract. Tom. I. Paris 1829. Art. Abdomen, p. 67.

Regio umbilicalis von der Regio hypogastrica einnahm." Der Fall A. (IV.) ist somit eine äusserst seltene und interessante Bildungshemmung bei Erwachsenen. Er unterscheidet sich von Cruveilhier's Falle dadurch, dass bei ihm das Colon descendens sich schon aufgestellt hatte, was in Cruveilhier's Falle noch nicht geschehen war. Er stellt somit ein Stehenbleiben auf einer etwas späteren Bildungsstufe dar, als der Fall von Cruveilhier, ist somit ein niederer Grad von Bildungshemmung als dieser.

Cabrol, Bellot und Dionis[1]) haben allerdings Fälle von Bildungshemmungen mit einem durch ein einziges Mesenterium befestigten Darmkanale bei Erwachsenen bekannt gemacht, allein bei diesen war der Darmkanal selbst in seiner Bildung gehemmt. Während nämlich in den Fällen von Cabrol, Bellot und Dionis der Darmkanal gerade oder nur Sförmig gekrümmt vom Magen bis zum After verlief, nicht oder nur wenig länger war, als die gerade Entfernung vom Magen bis zum After, einen sehr weiten Schlauch bildete, in den Dünn- und Dickdarm nicht oder nur mangelhaft geschieden war und an einem kurzen und straffen Mesenterium hing, also Mesenterium und Darmkanal etwa auf einer Bildungsstufe stehen geblieben waren, auf welcher beide beim einmonatlichen Embryo sich befinden, war in Cruveilhier's und meinem Falle der Darmkanal völlig ausgebildet, aber nur durch ein einziges Mesenterium angeheftet, und das Mesenterium allein etwa auf der Bildungsstufe stehen geblieben, auf der es im 2. Monate des Embryo vorkommt. Bei ersteren war somit ein höherer Grad der Bildungshemmung zugegen als bei letzteren; bei jenen bezog sich die Bildungshemmung auf das Mesenterium und den Darmkanal, bei diesen auf das Mesenterium allein.

Auch W. Treitz[2]) sah bei einer 32jährigen Frau den

1) Bei J. F. Meckel: Handb. d. pathol. Anat., Bd. I. Leipzig 1812. S. 519. — C. Rokitansky: Lehrb. d. path. Anat. Aufl. 3. Bd. III. Wien 1861. S. 183. — A. Förster: Missbildungen des Menschen. Jena 1861. 4. S. 122.

2) L. c. p. 126. Fall A.

Darmkanal an ineinander fortgesetzten Gekrösen, die er als Mesenterium, Mesocolon ascendens und M. descendens bezeichnet, also an einem Mesenterium commune hängen. Der Darmkanal war vollständig entwickelt, dennoch bildete das Duodenum nicht die gewöhnliche Krümmung, sondern setzte sich gerade nach abwärts fort, auch war der Grimmdarm nur in zwei Abschnitte, das Colon ascendens und das Colon descendens geschieden. Der ganze Dickdarm lag links. Das Mesenterium commune begann am Pylorus, wodurch auch das Duodenum ein Gekröse erhielt, das den Ductus choledochus und den Kopf des Pankreas zwischen seinen Blättern hatte. Dasselbe stieg mit seiner Wurzel zuerst in der Mittellinie bis zum Promontorium gerade abwärts, dann auf der linken Seite der Wirbelsäule bis zur Milz hinauf, zuletzt wieder herab. Die erste Portion entsprach dem ganzen Dünndarme vom Pylorus des Magens angefangen, die zweite dem Colon ascendens nebst dem Coecum, die letzte sehr schmale dem Colon descendens und dem Rectum. Es war somit das ganze Colon, also auch das C. ascendens, durch die Gekröse links angeheftet aufgestellt.[1])

Das schon am Pylorus beginnende und an der hinteren Bauchwand mit seiner Wurzel in einer zickzackförmig verlaufenden Linie angeheftete Mesenterium commune, die bei linksseitiger Anheftung auftretende Aufstellung nicht nur des Colon descendens, sondern auch namentlich des C. ascendens, die dadurch bedingte Linkslage des Dickdarmes u. s. w. unterscheiden Treitz's Fall wesentlich von dem Falle von Cruveilhier und meinem Falle A. (IV.)

Der Fall B. (V.) gehört zu jenen Bildungshemmungen, welche in verschiedenen Graden der Verschmelzung des Mesocolon ascendens mit dem Mesenterium zu einem für das Colon ascendens und den Dünndarm gemeinschaftlichen Gekröse oder

1) Eine ähnliche Bildungshemmung beobachtete derselbe Anatom bei einem 3 Monate alten Kinde. Das Mesenterium commune begann aber erst unter einer anomalen zum Duodenum gehörigen Darmschlinge vor der rechten Niere, und war an der dem Colon ascendens entsprechenden Partie sehr niedrig. L. c. p. 129. Fall D.

der Nichtscheidung des ersteren vom letzteren, bei Vorkommen eines völlig ausgebildeten Darmkanales, bestehen. Derselbe stellt den höchsten Grad dieser Bildungshemmung dar. Er ist ebenfalls sehr interessant und scheint bei Erwachsenen ebenfalls sehr selten vorzukommen. Ausser bei Rokitansky[1]), „welcher des Vorkommens eines langen Gekröses erwähnt, das zuweilen als Bildungsfehler in Form eines über einer stielförmigen Wurzel sich entfaltenden Mesenteriums vorkommt, welches in ein loses Mesocolon ascendens sich fortsetzt", und bei Treitz[2]), welcher nur bei einem neugebornen Knaben ein ganz ähnliches Mesenterium commune beobachtet hat, finde ich über diese Bildungshemmungsart nichts erwähnt. In den mir zu Gebote stehenden Mittheilungen über die Lageanomalien des Coecum und Colon, welche Anomalien der Gekröse voraussetzen lassen, wie in den bei Cruveilhier, van Doeveren, Fleischmann, Förster, Geoffroy St. Hilaire, Haen, Haller, C. G. Ludwig, J. C. A. Mayer, Meckel, Morgagni, Otto, Saltzmann, Sandifort, Soemmering, Stoll, Velse, Voigtel u. A. habe ich wenigstens vergeblich darnach gesucht.

Das Vorkommen eines mehr oder weniger langen und breiten Mesocolon ascendens bei völligem Geschiedensein vom Mesenterium ist ebenfalls eine Bildungshemmung. Diese kommt bisweilen vor, und es ist derselben bei den Anatomen hier und da gedacht. Ich habe sie öfters und bei Individuen aus den verschiedensten Lebensperioden gesehen. Den mir bis jetzt vorgekommenen höchsten Grad dieser Bildungshemmung sah ich am 11. März 1857 bei einer von mir im Maria-Magdalena-Hospital vorgenommenen Section der Leiche eines Mannes, welcher mit einer rechtsseitigen Hernia processus vaginalis behaftet und an innerer Incarceration gestorben war. Der Fall ist in praktischer Beziehung zu interessant, als dass ich den Sectionsbefund hier nicht mittheilen sollte: Die Hernia war zu einer H. scrotalis vom Umfange des Kopfes eines

1) L. c. S. 189.
2) A. a. O. p. 141. Fall E.

mehrjährigen Kindes gediehen. Sie enthielt eine grosse Ileumschlinge, wovon der eine Schenkel mit seiner Wurzel 6 Zoll von der Einsenkung des Ileum in das Colon entfernt war. Der Leistenkanal hatte die Weite der Lacuna vasorum unter dem Arcus cruralis. Das Mesocolon ascendens war von seinem Ausgange vom seitlichen Theile der hinteren Bauchwand vor der rechten Niere bis zu seiner Anheftung an das Colon und dem grossen Coecum um die rechte Hälfte des Colon transversum, welche als eine Schlinge herabhing, spiralförmig und zwar zuerst vorn von rechts nach links, dann hinten von links nach rechts aufgerollt. Jene Schlinge des Colon transversum aber selbst war oben an ihrer Wurzel um ihre eigene Achse gedreht. Der rechte Schenkel dieser Schlinge ging um den linken zuerst vorn von rechts nach links und dann hinten von links nach rechts.

Wie sich aber das Mesenterium in den Fällen der Bildungshemmung mit Vorkommen eines Mesocolon ascendens verhalten habe, und wie durch stufenweise Zunahme der Breite des Ueberganges des Mesenterium in das Mesocolon ascendens, bei gleichzeitiger stufenweiser Verkürzung der Wurzeln des Mesenterium und Mesocolon ascendens, die verschiedenen Grade der Bildungshemmung mit Vorkommen eines für den Dünndarm und das Colon ascendens gemeinschaftlichen Mesenteriums aufgetreten waren, habe ich nach einer Reihe von mir gemachter Beobachtungen im Nachstehenden zusammengestellt: Das Mesenterium war an die hintere Bauchwand auf gewöhnliche Weise, oder mit einer nach abwärts in verschiedenen Graden verkürzten Wurzel angeheftet. In beiden Fällen war das Mesenterium vom Mesocolon bald vollkommen geschieden, bald hing das erstere mit letzterem zusammen. Jenes trat ein, sobald das Endstück des Ileum, in grösserer oder geringerer Entfernung von seiner Einsenkung in das Colon, ganz kurz oder selbst ohne ein Gekröse an die hintere Bauchwand befestigt war; dieses trat ein, sobald das untere Ende der Wurzel des Mesenterium mit einer mehr oder weniger breiten Portion in das Mesocolon ascendens sich fortsetzte. War Letzteres der Fall, so hatte man es mit einem für den Dünndarm

und das Colon ascendens wenigstens schon theilweise gemeinschaftlichen Mesenterium zu thun. Je weniger abwärts die Wurzel des Mesenterium im letzteren Falle angeheftet war, desto mehr hatte die Breite seines Ueberganges in das Mesocolon ascendens zu- und des letzteren Anheftung an die hintere Bauchwand nach abwärts abgenommen, oder desto mehr war des letzteren Wurzel nach unten hin verkürzt worden, d. i. desto mehr hatte das Mesocolon an Selbstständigkeit verloren und das an den Dünndarm und das Colon ascendens sich befestigende Mesenterium an Gemeinschaftlichkeit gewonnen. War endlich die Wurzel des Mesenterium nach abwärts so verkürzt, dass das untere Ende derselben in fast gleicher Höhe mit ihrem oberen Ende und in der Höhe der Flexura coli hepatica stand, also als rechtes hinaufgerückt war, hatte dadurch die Wurzel des Mesenterium eine fast transversale und mit der des Mesocolon transversum fast parallele Richtung erhalten und fehlte dem Mesocolon ascendens eine Anheftung an den seitlichen Theil der hinteren Bauchwand, so war es um die Selbstständigkeit des Mesocolon ascendens völlig geschehen. Dieses hatte sich in seiner Gränze in das Mesenterium des Dünndarmes fortgesetzt, um ein für den Dünndarm und Colon ascendens gemeinschaftliches Mesenterium zu bilden, welches vor der hinteren Bauchwand wie ein Vorhang herabhängt, mit seinem rechten Rande an das Colon ascendens, übrigens an den Dünndarm sich anheftet, d. i. jenen höchsten Grad der Bildungshemmung darzustellen, der im Falle B. (V.) beschrieben wurde.

Die erwähnten fremden und eigenen Beobachtungen der Bildungshemmungen der Mesenterien bei erwachsenen Individuen folgen bei abnehmendem Grade so aufeinander:

a) Bei einem auf einer sehr frühen Bildungsstufe stehengebliebenen Darmkanale.

1) Mit einem in der Mittellinie befestigten Mesenterium commune für den ganzen Darmkanal. — Cabrol, Bellot, Dionis.

b) bei einem mehr oder weniger vollständig entwickelten Darmkanale.

2) Mit einem in der Mittellinie angehefteten Mesenterium commune für den ganzen Darmkanal. — Cruveilhier.

3) Mit einem in der Mittellinie angehefteten Mesenterium commune für den ganzen Darmkanal, bei bereits aufgestelltem Colon descendens sens. lat. — Gruber, Fall A. (IV.)

4) Mit einem im Zickzack befestigten Mesenterium commune für den ganzen Darmkanal, bei linksseitiger Anheftung und Aufstellung des ganzen Colon. — Treitz (Fall A.).

5) Mit einem Mesenterium commune für den Dünndarm und den Dickdarm bis zum Colon descendens. — Treitz (Fall B.); Gruber (Fall I. im früheren Aufsatze).

6) Mit einem Mesenterium commune für den Dünndarm und das Colon ascendens mit dem Coecum. — Rokitansky; Gruber (Fall B.).

7) Mit einem theilweise vorhandenen Mesenterium commune für den Dünndarm und das Colon ascendens mit dem Coecum. — Andere und Gruber.

8) Mit einem Mesocolon ascendens. — Andere u. Gruber.

Praktische Bemerkungen.

Velpeau[1]) hat über Cruveilhier's Fall mit einem Mesenterium commune für den ganzen, auch am Colon descendens nicht aufgestellten Darmkanal bemerkt: „Es hätte in demselben der Dickdarm eben so leicht in allen Hernien vorkommen können, wie der Dünndarm. Diese Bemerkung gilt auch für unseren Fall A. (IV.), aber wegen des bereits aufgestellten Colon descendens nicht für den Dickdarm überhaupt, sondern nur für das Coecum, Colon ascendens und C. transversum.

Auch im Falle B. (V.) ist die Disposition zu mannichfachen Dislocationen der Gedärme gegeben.

---

1) Traité compl. d'anat. chir. 3. édit. Bruxelles 1834. p. 237.

So hätten das mit dem Dünndarme an dessen sehr freiem Mesenterium hängende Colon ascendens und das Coecum zugleich mit dem Dünndarme in Hernien beider Seiten und in solchen angetroffen werden können, in welcher sie, bei normaler Befestigung des Colon ascendens an die hintere Bauchwand, nicht vorkommen können. Eben so leicht konnte die Flexura sigmoidea, wegen ihrer enormen Grösse, den Inhalt nicht nur linksseitiger Hernien, sondern auch rechtsseitiger bilden. Ausserdem disponirte das lange und freie Mesenterium commune ebenso zu Achsendrehungen und in Folge davon zu Incarcerationen, wie das lange und nicht breite Mesocolon der Flexura sigmoidea. Jenes Mesenterium wegen hätte der Dünndarm mit demselben das Colon ascendens mit dem Coecum (als Achse), oder letztere erstere leicht umschlingen können; dieses Mesocolon wegen wäre Drehung der Flexura sigmoidea an ihrer Wurzel um ihre eigene Achse sehr möglich gewesen. Endlich kann auch die Möglichkeit einer durch Druck und Umschlingung zugleich bedingten Incarceration der am Mesenterium commune hängenden Gedärme nicht in Abrede gestellt werden. Denkt man sich nämlich das 1 Fuss lange, aus dem Colon ascendens mit dem Coecum bestehende Dickdarmstück hinter dem Mesenterium commune und dem Dünndarme unter der quer gestellten Wurzel des ersteren nach links geschlagen; so hätte etwa sein mittlerer, dem Colon ascendens angehöriger Theil zwischen das oberste Jejunum und Mesenterium (vorn), die Wirbelsäule und die diese bedeckende Commissur der Hufeisenniere (hinten) gerathen, das Coecum aber links von der Wirbelsäule vor der linken Niere und dem Colon descendens liegen bleiben müssen. Die erste Folge dieser möglichen anomalen Lage des Anfangsstückes des Dickdarmes wäre Compression bis zur Undurchgängigkeit des mittleren Theiles des Colon ascendens von Seite des Mesenterium, d. i. eine sogenannte Incarceration durch Druck gewesen aus nachstehenden Gründen: Das Mesenterium dieses Falles bedingte vermöge seiner anomalen Länge und sonstiger anomaler Anordnung zwar nicht eine absolut tiefere Lage des Dünndarmes überhaupt, wohl aber eine tiefere Lage eines viel grösseren Abschnittes

desselben als im normalen Zustande. Deshalb hatte dieses Mesenterium an seiner Wurzel einen concentrirteren Zug auszuhalten und wurde dadurch an dieser mehr gespannt als eines mit normaler Befestigung seiner Wurzel. Das über das Colon ascendens gespannte Mesenterium musste aber, namentlich durch die grossen Gefässstämme in seiner Wurzel (Art. mesent. sup., Vena mesent. sup.), dasselbe völlig comprimiren, d. i. durch Druck incarceriren. Die zweite Folge aber hätte Umschlagen des Coecum vor das Jejunum und Mesenterium, Vorrücken desselben von links nach rechts, d. i. eine sogenannte Incarceration durch Umschlingung sein müssen aus nachstehenden Gründen: Das links vom Dünndarme und dem Mesenterium mit einem Theile des Colon ascendens gelagerte Coecum war frei, nicht comprimirt und so gestellt, dass es seine Spitze nach links gerichtet hätte. Wegen Incarceration des Colon ascendens an seinem mittleren Theile waren das Coecum und der Anfangstheil des Colon ascendens vom übrigen Dickdarmrohre abgeschlossen, communicirten aber mit dem Dünndarmrohre. Dieselben konnten daher den vom Dünndarme herabhängenden Inhalt aufnehmen, vermochten aber nicht, ihn in den Dickdarm weiter zu befördern. Anhäufung des Inhaltes und enorme Ausdehnung war die Folge davon. Diese zwangen das Coecum seine Lage zu verändern, sich umzuschlagen, bei nach vorn gestellter, früher hinterer Seite, bei nach vorn oder nach hinten gelagertem Processus vermicularis und bei nach rechts gerichteter Spitze vor dem Dünndarme und dem Mesenterium hinter der vorderen Bauchwand nach rechts vorzurücken, da es nicht leicht irgendwo anders hin ausweichen konnte. Dadurch musste aber auch das Jejunum bis zur Undurchgängigkeit eingeschnürt werden, also zur anfänglich allein vorhandenen Incarceration des Dickdarmes durch Druck des Mesenterium noch eine zweite, am Dünndarme durch Umschlingung des Jejunum und Mesenterium von Seiten des Dickdarmes sich gesellen.[1])

1) Das Zustandekommen einer Incarceration durch Druck und Umschlingung, wie ich sie bei Vorkommen eines für den Dünndarm

Erklärung der Abbildungen.

Zu dem Falle A.

Fig. 1. Ansicht des Darmkanales bei unverrückter Lage der Baucheingeweide. 1. Zwerchfell, 2. Leber, 3. Magen, A Dickdarm,

---

und das Colon ascendens gemeinschaftlichen Mesenterium für möglich halte, vermuthe ich auch in den niederen Graden dieser Bildungshemmung, d. i. in den von mir oben erörterten Fällen mit Vorkommen eines gewöhnlichen Mesenterium und eines Mesocolon ascendens bei theilweisem Uebergange des ersteren in das letztere. Diese meine Vermuthung scheint durch einen Fall zur Wahrheit geworden zu sein, den J. Erichsen beobachtet und beschrieben hat („Einige seltenere Fälle von innerer Darmeinklemmung", St. Petersburger medic. Zeitschrift. Bd. II. 1862. S. 307. Fall I. — Vorläufiger Bericht. Bd. I. 1861. S. 330.). Prosector Erichsen hat den Fall allerdings als „Incarceration durch das (!?) Ileocoecalmesenterium" diagnosticirt, allein aus der von ihm gegebenen, schwer verständlichen, an anatomischen Schnitzern, Widersprüchen und längst widerlegten Vermuthungen reichen Beschreibung geht doch hervor, dass das an einem langen Mesocolon hängende Colon ascendens sich mit dem Coecum hinter dem Dünndarme und dem Mesenterium nach links hinüberbegeben habe, und dass das Coecum mit dem Anfangstheile des Colon ascendens darauf vor dem Dünndarme und dem Mesenterium wieder nach rechts vorgedrungen sei. Dadurch konnte wohl Incarceration des Colon ascendens durch Druck von Seite des Dünndarmmesenterium und Incarceration des Jejunum durch Druck und Umschlingung von Seite des Coecum und des Anfangstheiles des Colon ascendens, nicht aber eine Incarceration des Coecum bedingt werden. Auch hat Erichsen eines theilweisen Ueberganges des Mesenterium in das Mesocolon ascendens, also des Vorkommens eines theilweise gemeinschaftlichen Mesenterium für den Dünndarm und das Colon ascendens ausdrücklich keine Erwähnung gethan. Letzteres muss aber trotzdem da gewesen sein, weil sonst diese bedeutende Dislocation des Anfangsstückes des Dickdarmes kaum möglich gewesen wäre, auch eine andere Varietät von Incarceration und zwar die hätte eintreten müssen, welcher ich sogleich gedenken werde.

Sollte bei Vorkommen eines vom Mesenterium geschiedenen, wenn auch an das Ende des Ileum angehefteten, sehr entwickelten Mesocolon ascendens das Colon ascendens mit dem Coecum hinter dem Mesenterium und dem Dünndarme nach links sich hinüber lagern können, so würde wohl eine Incarceration durch Druck, nicht aber eine durch Druck und Umschlingung zugleich eintreten können. Es müsste ja in

B Dickdarm, a Duodenum, b übriger Dünndarm, c Coecum, d Colon ascendens, e rechte Hälfte des Colon transversum, α Processus vermicularis.

Fig. 2. Rechte Seitenansicht des Darmkanales und des Mesenterium commune bei vertical aufgehobenem Darmkanale und nach aufwärts zurückgeschlagenem Dünndarme. 1. Theil der rechten seitlichen Brustwand, 2. Leber, 3. Niere, A Dünndarm, B Dickdarm, a Duodenum, b übriger Dünndarm, c Coecum, d Colon ascendens, e rechte Hälfte des Colon transversum (theilweise sichtbar)[1]), f Colon descendens (sens. strict.), g Flexura sigmoidea, α Processus vermicularis, β Retroversio peritonei mesogastrica (Fossa duodeno-jejunalis), † Mesenterium commune, * die dem Colon descendens (sens. strict.) entsprechende Portion desselben.

---

einem solchen Falle das unterste Ileum hinter dem Colon ascendens zu liegen kommen, wodurch ersteres, bei Compression des letzteren von Seite des Mesenterium, um so mehr comprimirt werden würde, also eine Incarceration durch Druck am Colon ascendens und am Ileum zugleich sich einstellen könnte. Dadurch wären aber das Coecum mit einem Theile des Colon ascendens nicht nur vom Dickdarm-, sondern auch vom Dünndarmkanale abgeschlossen, diese also verhindert, Dünndarminhalt zu empfangen und davon so ausgedehnt zu werden, um das Manöver der Umschlingung des Jejunum und des Mesenterium nach vorn her und von links nach rechts auszuführen.

1) Die aufsteigende und der linken Hälfte des Colon transversum normaler Fälle analoge Portion ist bei dieser Ansicht nicht bemerkbar.

Entwickelung des Echinococcus.

Von

Dr. B. Naunyn.

(Hierzu Taf. XV. und XVI.)

Der Echinococcus ist, wie dies durch die Versuche von v. Siebold[1]), Küchenmeister[2]), van Beneden[3]) und G. R. Wagner[4]) festgestellt worden, der Blasenwurmzustand einer kleinen, von v. Siebold *Taenia echinococcus* genannten Taenie, deren Wohnsitz der Darm des Hundes ist.

Man kann in der Entwickelung dieses Blasenwurmzustandes 3 deutlich von einander geschiedene Phasen aufnehmen.

1) Der Echinococcus im Zustande des Acephalocysts.
2) Der Echinococcus im Zustande der reinen Scolexproduction.
3) Der Echinococcus im Zustande der Ammenproduction.

1. Der Echinococcus im Zustande des Acephalocysts.[5])

Dass der Echinococcus sich direct aus dem Embryo der *Taenia Echinococcus* entwickele, ist bis jetzt noch nicht be-

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von v. Siebold und Kölliker. 1852.

2) Die an and im lebenden Menschen vorkommenden Parasiten. Leipzig 1855. I.

3) L'institut. 1857.

4) Entwickelung der Cestoden. Breslau 1854.

5) Gluge scheint der erste gewesen zu sein, welcher die Vermuthung aufstellte, es seien dieAcephalocysten frühere Entwickelungsstadien des Echinococcus. Später wurde durch Küchenmeister und Leuckart diese Annahme erwiesen. Es scheinen hier unter diesem Namen wohl früher viele mit Flüssigkeit gefüllte Blasen der verschie-

stimmt bewiesen. Dies könnte vielleicht auf die Weise geschehen, dass man am Echinococcus die Haken dieses Taenienembryo nachwiese, was bis jetzt noch nicht geschehen.

Wiederholt fand ich in solchen Organen, in welchen die gleich später zu beschreibenden jungen Echinococcusblasen vorkamen, Formen, welche vielleicht die ersten Entwickelungszustände dieses Blasenwurms darstellen.

Es waren dieses kleine runde Gebilde ungefähr von der vierfachen Grösse eines Embryo der *Taenia Echinococcus*, aus kleinen körnigen Kügelchen zusammengesetzt, umgeben von einer einfachen hyalinen Haut. Die fraglichen Embryonalhaken konnte ich an diesen Gebilden nicht wahrnehmen. Doch unterscheidet die erwähnte sie umgebende hyaline Schicht diese Gebilde sehr wohl von nicht selten sich im bindegewebigen Gerüst der Leber findenden Anhäufungen kleiner Zellen, miliaren Tuberkeln nicht unähnlich. Dass die fraglichen Gebilde etwa ganz frühe Entwickelungszustände des *Cysticercus tenuicollis* oder *Cyst. cellulosae* darstellten, dagegen spricht der letzteren verhältnissmässig grosse Seltenheit, und das mit den gleich zu erwähnenden Formen häufig gemeinschaftliche Vorkommen.

Die jüngsten Formen, welche sich deutlich als Echinococcen kennzeichneten, stellten eine Blase dar von ungefähr $^1/_{20}$ Linie Durchmesser. Die Wand dieser Blase zeigte bereits deutlich die für unseren Blasenwurm charakteristische Beschaffenheit. Sie war verhältnissmässig dick und eine mässig deutliche concentrische Schichtung deutete auf ihren lamellösen Bau hin. Die Bläschen waren erfüllt mit kleinen, den Tuberkelkörpern ähnlichen Kugeln oder mit einer Flüssigkeit, in welcher zahlreiche Fettropfen suspendirt waren. Letztere Formen schienen sich auf eine bereits eingetretene Verfettung zu

---

densten Natur sowie schlecht beobachtete bereits Scolices führende Echinococcenblasen zusammengeworfen zu sein (cf. Nitzsch in Ersch und Gruber, Encyclopädie, Artt. Acephalocyst und Echinococcus). Der Name Acephalocyst ist jetzt mit Recht aus der Wissenschaft geschwunden; ich bediene mich hier nur des Wortes zur Bezeichnung eines Entwickelungszustandes der Echinococcusblase.

beziehen. Man findet diese Bläschen stets eingeschlossen von einer feinen bindegewebigen Cyste. Diese gehört dem Bindegewebs-Gerüst des bewohnten Organs an, und man kann oft einen deutlichen Zusammenhang derselben mit den Wandungen eines Quer- und Längskerne zeigenden sehr kleinen Gefässes constatiren. Es scheint demnach, als ob die Embryonen der *Taenia Echin.* in die Gefässbahnen sich verbreiteten. Hierfür spricht auch die relative Häufigkeit des Vorkommens der Echinococcen in den verschiedenen Organen.[1])

Die eigentliche, vorhin beschriebene Echinococcenblase liegt dieser Cyste nicht eng an, sondern ist von ihr durch eine breiartige, aus Kernen und Faserzellen bestehende Masse getrennt.

An diese Formen schliessen sich in vollkommen continuirlichem Uebergange grössere Blasen an. Dieselben enthalten nicht mehr jene kleinen, granulirten, kernartigen Kügelchen, sondern eine klare Flüssigkeit, mit der sie ziemlich prall erfüllt sind. Die kleinen granulirten Kugeln überziehen als eine ganz feine körnige Haut die Innenfläche der äusseren geschichteten Membran.

Wir wollen diese von jetzt an mit Leuckart[2]) Cuticula, jene die körnige Haut, aus kleinen granulirten Kügelchen (Zellen) bestehend, Keimhaut nennen. Auf der Innenfläche der Keimhaut beobachtet man ein eigenthümliches, sehr dichtes, wie verfilzt erscheinendes Netzwerk, gebildet von einer ganz homogenen Masse und sehr ähnlich demjenigen, welches man auf einem mit Fett oder Oel beschmierten Glase unter dem Mikroskope sieht. Setzt man ein solches Präparat dem Drucke eines Deckglases aus, so verschwinden diese netzartigen Bilder,

1) Man findet Echinococcen beim Menschen sowohl als bei Thieren bei Weitem am häufigsten in der Leber, und selten in einem anderen Organ, wenn nicht zugleich in diesem. Darnach kommen sie bei Weitem am häufigsten in der Lunge vor. In allen übrigen Organen sind sie fast gleich selten. Ueber ihr Vorkommen beim Menschen cfr. Davaine, Traité des entozoaires et des maladies vermineuses de l'homme et des animaux domestiques. Paris 1860.

2) Die Blasenbandwürmer und ihre Entwickelung, Giessen 1856, und Nachrichten von der G.-A.-Universität zu Göttingen, 1862, Jan.

indem die sie hervorbringende Masse in einzelne grosse Tropfen zusammenfliesst.

Es wird wohl erlaubt sein, diese Masse als Fett anzusehen, denn wenn man ein derartiges Präparat mit heissem Aether behandelt, so verschwindet dieselbe und der angewendete Aether hinterlässt beim Verdampfen einen deutlich fettartigen Rückstand.

Nach der Entfernung dieser fettartigen Masse erkennt man dann deutlich jene aus kleinen Kügelchen gebildete Haut, die schon längst von allen Autoren[1]) als der Mutterboden für die Entwickelung der Scolices erkannte Keimhaut, die Germinatic membrane Huxley's.[2])

Mit dem Wachsthum der Blasen schwindet auch die zwischen ihnen und der Cyste befindliche breiige Masse, die Blase liegt dann der bindegewebigen Cyste ziemlich eng an.

So erreichen die Blasen eine ziemlich beträchtliche Grösse, die einer Erbse bis Kirsche, ohne dass sie bedeutendere Veränderungen zeigen.

Haben sie die Grösse einer Erbse erreicht, so treten auf der Innenfläche der Keimhaut kleine lebhaft schwingende Wimpern auf. Ich fand dieselben in Blasen dieser Grösse constant, oft jedoch nur einzeln in grossem Abstande auf derselben stehend, oft in grösserer Anzahl 5—10 beisammen. Ob dies der normale Zustand ist, wage ich nicht zu entscheiden, es scheint mir vielmehr die Annahme wahrscheinlicher, dass dieselben gleichmässig dicht die ganze Innenfläche der Blase besetzt halten und nur in Folge der Präparation und dem für sie sehr verderblichen aber für die Untersuchung dieser Objecte nicht zu vermeidenden Drucke des Deckglases die bei Weitem grösste Zahl derselben zu Grunde geht. Eine Beziehung zu dem in der Leibeswand anderer Cystici, sowie beim Echinococcus später Zeit beobachteten Gefässsystem glaube ich nicht anneh-

1) Joh. Müller, Archiv für Anatomie, Physiologie etc., Jahresbericht 1836. — Eschricht, Oversigt d. Kgl. Danske vid. Forhdlnger 1853 und 1856. — Auszug von Creplin in Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften, Halle 1857.

2) Proceedings of the zoological society of London. 1852.

men zu können, da zu dieser Zeit ein solches noch nicht wahrzunehmen ist.

Die einzelnen Wimperhaare oder Wimperlappen sind anfangs sehr klein, so dass es schwer ist, über ihre Form ins Klare zu kommen, später werden sie grösser. Der schwingende Theil derselben zeigt keine Zungen-, sondern eine Kegelform, läuft in eine feine Spitze aus. An dem anderen Ende, mit welchem sie auf der Keimhaut aufsitzen, schwellen sie kuglig an. Sie zeigen ganz die Gestalt, wie nach Leydig's Abbildungen die angeblichen Flimmerhaare an dem Gehörorgane von *Petromyzon*. Die Art und Weise ihrer Bewegung ist aus zwei Momenten zusammengesetzt. Einmal beschreiben sie mit ihrem freien Ende einen Kreisbogen über ihrer Anheftungsstelle, während gleichzeitig in dem Wimperlappen eine Wellenbewegung vom Anheftungsende nach der freien Spitze zu verläuft.

Bei der weiteren Entwickelung stellen sich denn auch bald, d. h. in Blasen von der Grösse einer kleinen Kirsche, die bei allen Cystici längst gekannten und in neuerer Zeit allgemein als Bildungen von kohlensaurem Kalk angesehenen Gebilde ein. Dieselben liegen auf der Innenfläche der körnigen Keimhaut und erscheinen hier zuerst in Gestalt minimaler, stark das Licht brechenden Kügelchen. Sie wachsen allmählig und zeigen dann eine deutliche, um den Mittelpunkt concentrische Schichtung. Meist nehmen sie dann eine ziemlich regelmässige Linsenform an. Daneben findet man auch knollige, bisquit- und kleeblattförmige Gebilde, welche dadurch gebildet scheinen, dass mehrere runde Kalkkörper sich zu einem Concremente vereinigen und mit gemeinschaftlichen Schichten umgeben. Auch beobachtet man in älteren Blasen, wenn die Kalkkörper schon eine beträchtliche Grösse besitzen, unter ihnen solche, welche in ihrem Inneren einen Hohlraum oder einen radiär gestreiften, einer kleinen Krystalldruse nicht unähnlichen Kern zeigen. Bei Behandlung mit HCl verlieren diese Körper ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und schwinden mit Hinterlassung eines vollkommen hyalinen und sehr durchsichtigen Gebildes ungefähr von der früheren Form der Kalkkörper.

Es sind diese Körper bereits vielfach beschrieben, am genauesten wohl von G. R. Wagener[1]), der schon in seiner Inauguraldissertation auf ihre bei nicht genügender Behandlung mit HCl nicht selten hervortretende Aehnlichkeit mit Zellen hinwies. Später glaubte Virchow[2]) dieselben als verkalkte Zellen des Bindegewebes der Echinococcen ansehen zu dürfen. Dass hiervon bei den frei der Innenfläche der Wand aufliegenden Kalkkörpern keine Rede sein kann, liegt auf der Hand; von den in den Scolices selbst vorkommenden Kalkkörpern werden wir am geeigneten Orte handeln.

Auch scheint die von Virchow hervorgehobene Aehnlichkeit der oben beschriebenen Formen, welche in ihrem Inneren einen radiär gestreiften Kern oder einen mit pheripherischen Fortsätzen versehenen Hohlraum enthalten, mit Knorpel- und Knochenkörpern, sowie die erwähnten Bisquit- und Kleeblattformen die Zellennatur dieser Gebilde nicht zu beweisen. Die letzterwähnten Formen sind den weit häufigeren weniger regelmässig gebildeten Knollenformen vollkommen analog entstanden durch Aneinanderlagerung mehrerer Kalkkugeln, und keineswegs auf Vorgänge der Theilung und Zellenproliferation zu beziehen.

2. Der Echinococcus im Zustande der reinen Scolexproduction.

(E. scoliciipariens Küchenm.)

In dem im vorigen Abschnitte geschilderten Zustande, dem des Acephalocyst (Laennec), können die Echinococcen unter fortschreitender Grössezunahme längere oder kürzere Zeit verharren, bis sie endlich in das Stadium des Scolex producirenden Echinococcus (Echinococcus scoliciipariens Küchenm.) übertreten. Gewöhnlich beginnen sich die auf der Scolexproduction bezüglichen Veränderungen der Keimhaut zu zeigen, wenn die Blase die Grösse einer grossen Haselnuss erreicht hat. Nicht selten jedoch findet man in der Leber vom Schwein

1) Enthelminthica, diss. inaug. Berlin 1848.

2) Archiv für pathologische Anatomie. VI.

Echinococcusblasen, welche von der Grösse einer grossen Wallnuss noch im Zustande des Acephalocysts verharren. Es liegen jedoch auch Beobachtungen beim Menschen vor, wo Echinococcen immense Dimensionen annahmen, ohne zur Scolexproduction zu kommen.[1]

Jedoch gehören solche Befunde immer zu den Seltenheiten. Für gewöhnlich treten bei Echinococcen, wenn sie die Grösse einer grossen Haselnuss bis einer kleinen Wallnuss erreicht haben, die gleich näher zu beschreibenden, zur Production von Scolices führenden Vorgänge ein.

Am Genauesten sind diese Vorgänge bereits beschrieben von v. Siebold[2]), dann von Leuckart, G. R. Wagener und Eschricht, auch Chemnitz[3]), Joh. Müller, Huxley u. A. haben Beobachtungen hierüber veröffentlicht.

Untersucht man Echinococcen des oben bestimmten Alters, so findet man nicht selten auf der der Innenfläche der geschichteten Cuticula eng anliegenden Keimhaut an einzelnen Stellen Anhäufungen der dieselbe constituirenden kleinen granulirten Kügelchen.

Auf diesen Anhäufungen sind gewöhnlich die oben erwähnten Wimperlappen in ziemlicher Anzahl lebhaft schwingend zu sehen. Man findet diese Anhäufungen von der Form ganz niedriger welliger Hügel bis zu der von zapfenartig in die im Inneren der Blase enthaltene Flüssigkeit hervorspringenden Gebilden. Letztere zeigen dann im Inneren eine kleine, anfangs völlig kugelrunde Höhlung, mit Flüssigkeit gefüllt. Um diese Höhlung bildet sich dann eine völlig structurlose, deutlich doppelcontourirte Membran. Aus dem Zapfen ist somit ein Bläschen geworden, die „Nestblase“ nach Eschricht, „Brutkapsel“ nach Leuckart. Die Wandung derselben besteht aus zwei Schichten. Die äussere weit dickere wird gebildet

---

1) Frerichs: Klinik der Leberkrankheiten, II. Braunschweig 1861, — woselbst die reichliche Litteratur hierüber einzusehen. — Küchenmeister, a. a. O. Th. I.

2) Burdach's Physiologie, Th. III.

3) De hydatidibus echinococci hominis commentatio, diss. inaug. Halis 1834.

durch jene kleinen granulirten Kügelchen (Muskelfasern, die Leuckart sah, konnte ich in derselben nicht nachweisen), die innere ist glashell hyalin und umschliesst den im Inneren der Brutkapsel befindlichen Hohlraum. Auf der freien Aussenfläche derselben, besonders an der Uebergangsstelle derselben in die Keimhaut finden sich die Flimmerlappen in ziemlich beträchtlicher Anzahl vor. Gefässe konnte ich um diese Zeit in derselben noch nicht wahrnehmen. Hat die Höhle der Brutkapsel eine gewisse Grösse erreicht, so sieht man auf der Innenfläche der Wandung, gewöhnlich an dem der Anheftungsstelle des Zapfens entgegengesetzten Ende eine flache Erhabenheit auftreten. Dieselbe wächst, jene die Höhle der Brutkapsel einschliessende structurlose Haut vor sich her treibend, in dieselbe hinein. Weiter fortwachsend wird sie dann bald zu einem die Höhle der Brutkapsel fast ausfüllenden Zapfen, welcher unter gleichzeitiger Vergrösserung dieser Höhle sich verlängert und die schon längst beschriebene Keulen- oder Birnform annimmt. Der Zapfen, wir wollen ihn jetzt schon Scolexknospe nennen, bekommt nämlich an seinem Ansatzende eine Einschnürung, so dass er hier mit einem schmaleren Stiele in die äussere Zellenschicht der Brutkapselwand übergeht; über seine der Höhle der Brutkapsel zugewendeten Fläche setzt sich die hyaline Membran in ununterbrochenem Verlaufe fort.

Betrachtet man eine derartige Scolexknospe, welche ihr Anheftungsende dem Beobachter zukehrt, so sieht man leicht, dass dieselbe eine centrale Höhlung besitzt, welche mit dem Hohlraume der ganzen Echinococcusblase in offenem Zusammenhange steht. Diese Höhle ist, einmal erkannt, auch an solchen Knospen, welche dem Beschauer eine Längsansicht bieten, wieder zu finden, und sieht man dann, dass dieselbe sich ungefähr durch die hintersten zwei Dritttheile derselben fortsetzt.

In weiterem Verlaufe bildet sich an dem vorderen freien Ende der Scolexknospe eine stark convexe Hervorwölbung, welche in den mittleren, bauchig aufgetriebenen Theil derselben etwas ausgeschweift übergeht. Hier an der Uebergangsstelle bildet sich dann ein kleiner Wulst, welcher nach vorn zu über die Basis der eben beschriebenen convexen Hervor-

wölbung in Gestalt eines ganz niedrigen Ringkragens mit freiem Rande hervorwächst. Hinter diesem Wulst (das freie Ende der Knospe, das vordere genannt) treten nun in mehrfachen Querreihen kleine Stacheln, je weiter nach hinten, desto kleiner, hervor. Dieselben gehen später wieder zu Grunde, nur diejenigen der vordersten beiden Reihen scheinen, wie dies schon Wagener beobachtete, direct in die Bildung der Haken einzugehen. Man findet wenigstens nicht selten Knospen, welche noch vier bis fünf Reihen solcher Gebilde tragen, und wo die der vordersten Reihen schon deutlich die Hakenform zeigen.

Mit Ausnahme der eben beschriebenen Bildungen am Vorderende der Scolexknospe, welche ich nie Veränderungen erleiden sah, ist die Form der Knospe sehr abhängig von ihren jeweiligen Contractions- und Einstülpungszuständen, welche sie schon auf frühen Entwickelungszuständen in sehr wechselnder und mannichfaltiger Art und Weise zeigen.

Was zuerst die Contractionsfähigkeit der Knospen anlangt, so zeigen dieselben ebenso wie die Brutkapsel, während noch beiderseitig ihre Zusammensetzung aus jenen kleinen granulirten Zellen deutlich wahrzunehmen ist, schon sehr energische Bewegungen. Die Wand der Brutkapsel zeigt meist peristaltische, von dem Anheftungsende beginnende, oft sehr lebhafte Zusammenziehungen. Die Knospe kann bald unter Verengerung der in ihrer Längsaxe verlaufenden Höhle eine mehr gestreckte schlauchartige, bald eine kürzere gedrungenere Form annehmen.

Viel mannichfaltiger noch sind die Formen, welche dieselbe in ihren verschiedenen Einstülpungszuständen darbietet und haben dieselben zu mannichfachen Missdeutungen von Seiten verschiedener Autoren Veranlassung gegeben.

Es kommen diese Formveränderungen auf zwei ganz verschiedene Weisen zu Stande. Einmal durch Umstülpung, wie wir dies ganz in derselben Weise an den Köpfen der Coenuren oder Cysticerken beobachten, wobei sich die Knospe wie ein umgestülpter Sack verhält, dessen bisher innere Fläche nun die äussere wird. Dann durch Einstülpung in der längst bekannten und beschriebenen Art und Weise.

Die Fähigkeit zur Umstülpung hängt zusammen mit der vorerwähnten, sich durch die zwei hinteren Drittheile der Knospe erstreckenden centralen Höhle, welche in offenem Zusammenhange mit dem Hohlraume der Echinococcus-Mutterblase steht. Vollständig umgestülpt stellt die Knospe dann einen hohlen Zapfen dar, welcher, statt wie im ausgestülpten Zustande in die Höhle der Brutkapsel, nun in die der Mutterblase hineinragt. Sie stellt so, da ihre Wandung in die der Brutkapsel continuirlich übergeht, eine hohle zapfenartige Verlängerung der letzteren dar, deren Höhle communicirt mit der Höhle der Brutkapsel. Auf dem Grunde dieses in den Hohlraum der Mutterblase hineinragenden hohlen Zapfens erkennt man nicht selten das schon in der vorher beschriebenen Weise ausgebildete Vorderende der Knospe. Es sind dies die Formen, welche Leuckart[1]) und Siebold, die den stets in diesen Zapfen vorhandenen und mit der Höhle der Brutkapsel communicirenden Hohlraum verkannten, zu der Annahme führten, es werde der Hakenkranz im Inneren der Knospe gebildet.

1) Soeben erhalte ich das neueste Heft (Januar 1862) der „Nachrichten von der G.-A.-Universität etc. zu Göttingen", worin eine Notiz über neuere Untersuchungen Leuckart's, unseren Gegenstand betreffend. Ich ersehe daraus, dass die Anschauungen, wie sie der genannte Forscher in diesen Notizen im Gegensatz zu der in seinen früheren Arbeiten über diesen Gegenstand festgehaltenen Auffassung mittheilt, vollständig übereinstimmt mit der oben gegebenen Darstellung des Entwickelungsherganges des Echinococcenscolex. Nur fasst Leuckart die von mir als Umstülpungszustände dargestellten Formen als den normalen Zustand auf und lässt somit die Scolices als Hohlknospen auf der Aussenfläche der Brutkapsel entstehen. Ich muss im Gegensatze hierzu bei der vorgebrachten Ansicht beharren. Man findet nämlich, wenn man die Echinococcusblase vor der Eröffnung auf pp. 35° C. erwärmt, die Knospen fast stets im ausgestülpten Zustande, d. h. sie ragen dann als Hohlzapfen in den Hohlraum der Brutkapsel hinein. Oeffnet man die Echinococcusblase, nachdem sie erkaltet, so findet man allerdings die Knospen sehr häufig im Zustande der Umstülpung. Huxley, der die eben besprochenen Formen gleichfalls beobachtete, hielt dieselben für abgestorbene Scolices, welche nach seiner Ansicht auch auf der Aussenfläche der Brutkapsel entstehen sollen.

Ganz verschieden hiervon sind die schon längst als durch Einstülpung zu Stande gekommen beschriebenen Formen der Knospe. Es zieht sich hierbei das Vorderende der Knospe in das bauchig aufgetriebene Hinterende derselben zurück, welches sich über ihm zusammenschliesst. Man findet diese Veränderungen besonders bei entwickelteren Scolices, während jene Umstülpungszustände besonders bei jüngeren Knospenformen vorkommen. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung verliert der Scolex die Fähigkeit zur Umstülpung ganz. — Es sei mir nun erlaubt, ehe ich auf die Schicksale der Brutkapsel eingehe, die Entwickelung eines einzelnen Scolex bis zu Ende zu verfolgen.

Bald nachdem jene Veränderungen am Vorderende der Knospe sich gezeigt haben, und die ersten Anlagen des Hakenkranzes, hervorgehend aus den ersten Reihen der ihn zahlreich bekleidenden Stacheln, sichtbar geworden sind, beginnt allmählig die vorher deutliche Zusammensetzung der Knospe aus den kleinen granulirten Zellen undeutlich zu werden. Es zeigt sich besonders im hintern Theile der Knospe eine undeutliche Längsstreifung. Muskelfasern konnte ich hier nicht deutlich erkennen.

Statt des allmähligen Ueberganges des hinteren Theiles der Knospe in die Wand der Brutkapsel bildet sich ein ganz kurzer hohler Stiel. Derselbe geht seinerseits continuirlich in die Wand der Brutkapsel über, am hintern Ende des Scolex dagegen inserirt er sich in einer sich hier bildenden Einziehung, welche schon v. Siebold passend mit einem Sphincter verglich. Ist die Anheftung des Scolex an die Wand der Brutkapsel einmal in dieser Weise gestaltet, dann hat der Scolex, soweit meine Beobachtungen reichen, die Fähigkeit zur Umstülpung verloren.

Ist dieser Stiel zur Entwickelung gelangt, so sieht man auch bald in demselben zwei Gefässstämme. Dieselben werden von einer structurlosen feinen Haut gebildet. Sie setzen sich auf die Wand der Brutkapsel fort, indem sie, aus dem Stiele heraustretend, gewöhnlich in entgegengesetzter Richtung über die Aussenfläche derselben hinziehen. In den Scolex treten sie an der erwähnten sphincterartigen Einziehung über und ver-

laufen hier in der von Wagener[1]) beschriebenen Art und Weise. Jedes der beiden Gefässe theilt sich bald nach seinem Eintritte in den Scolex, und die vier aus der Theilung hervorgehenden Stämmchen ziehen in geschlängeltem Verlaufe nach dem Vorderende, wo sie unter dem Hakenkranze einen Gefässring bildend und auf diese Weise anastomosirend enden.

Was die Bildung der Haken betrifft, so gehen dieselben, wie schon bemerkt, aus den ersten beiden Reihen der das Vorderende der Knospe bekleidenden Stacheln hervor, in von 32—50 schwankender Zahl.

Diese, welche vorher die Form einer Tute nachahmen, krümmen sich stärker an ihrer Spitze. Ihr Querschnitt nimmt statt der Form eines Kreises die eines seitlich abgeplatteten Ovals an. An dem festsitzenden offenen Ende erweitern sie sich beträchtlich und ihre Wandung bildet hier zwei Fortsätze, deren längerer, der Längsaxe des Hakens entsprechend, nach hinten hervorwächst und eine Fortsetzung der convexen Kante des Hakens darstellt. Der kürzere wächst senkrecht gegen die Längsaxe nach unten hervor und in ihn setzt sich die concave Kante der Spitze fort. Die Saugnäpfe bilden sich in der Vierzahl gleich hinter dem doppelten Hakenkranze. Sie werden hier zuerst als flache Gruben, welche eine radiäre Streifung zeigen, sichtbar. Später erst vertieft sich die centrale

1) Wagener (l. c.) lässt es unbestimmt, ob nicht zuweilen durch den Stiel vier Gefässstämme auf die Blase übertreten. Ich konnte, wenn sich nicht, wie bei ihrer grossen Zartheit leicht vorkommt, die Gefässe an dieser Stelle ganz der Beobachtung entzogen, stets nur zwei erkennen. Auch sieht man an fast allen von der Brutkapsel losgerissenen Scolices aus der sphincterartigen Einziehung die beiden Gefässstämme in Gestalt zweier bandartigen Anhänge. Dass Fälle vorkommen, wo man nur einen derartigen Anhang wahrnimmt, kann nicht auffallen. Ob Zeder diese Gefässe im Sinne hat, wenn er („Anleitung zur Naturgeschichte der Eingeweidewürmer“) von vier Kanälen spricht, welche von den vier Saugnäpfen zum Hinterende des Scolex verlaufen und hier in den Hohlraum der Mutterblase einmünden sollen, ist nicht genau zu bestimmen, jedoch bei den unrichtigen Ansichten, die dieser Autor sonst von unserer Species hegt (er vermischt Echinococcus und Coenurus) wenig wahrscheinlich.

Partie dieser Grube während sich die Randpartie in der Form eines Walles um dieselbe erhebt. An diesem Walle tritt die radiäre Streifung stärker hervor.

Während diese Organe an der Knospe sich entwickeln, bekommt das Parenchym der Leibeswand, deren Zusammensetzung aus jenen kleinen kernartigen Kügelchen schon vorher undeutlich geworden, ein mehr hyalines Ansehen. In dieser hyalinen Wand sind deutliche, etwa auf Muskelfasern zu beziehende Streifungen nicht zu unterscheiden, dagegen schreitet die Bildung der Kalkkörper in derselben, welche sich schon früher vereinzelt zeigten, rüstig weiter vor.

Dieselben erscheinen auch hier zuerst als ganz minimale Kügelchen, welche zuweilen wie in einer kleinen Höhle des Parenchyms zu liegen scheinen. Einen etwaigen Zusammenhang dieser Höhle mit dem Gefässsysteme konnte ich nicht wahrnehmen und bin ich also ausser Stande, die von Claparède ausgesprochene Vermuthung, dass sich auch bei den Cestoden wie bei den Trematoden die Kalkkörper in Anhängen des Gefässsystems bilden, zu bestätigen.

Zuweilen sieht man in einer solchen Höhlung statt eines Kalkkörpers eine körnige Masse. Doch möchten auch diese Erscheinungen wohl keineswegs hinreichend sein, diese Höhlen mit Virchow als Zellen zu deuten und somit die Kalkkörper als verkalkte Zellen anzusprechen.

Im weiteren Verlaufe nehmen die Kalkkörper dann die schon vorher bei den auf der Innenfläche der Germinativ membrane der Mutterblase entstandenen beschriebenen, meist kugligen, öfter auch knolligen Formen an. Häufig zeigen dieselben eine concentrische Schichtung, sehr selten eine centrale Höhle.

Die Flimmerlappen, welche man, ganz gleich den oben beschriebenen, in wechselnder Anzahl im Inneren des entwickelten Scolex schwingen sieht, befinden sich nach den Beobachtungen G. R. Wagener's in Capillaren, welche die Gefässstämme untereinander verbinden.

Wir haben bis jetzt die Entwickelung einer einzelnen Knospe zum vollständig ausgebildeten Scolex verfolgt, ohne

auf die Schicksale der Brutkapsel dabei Rücksicht zu nehmen. Wenden wir uns jetzt zu dieser. Hat die zuerst aus der Wand der Brutkapsel hervorgesprosste Knospe, deren Anheftungsstelle sich gewöhnlich, wie schon erwähnt, gegenüber der Anheftungsstelle der Brutkapsel selbst findet, eine mittlere Entwickelungsstufe erreicht, so beginnt der hier vor sich gegangene Process an einer anderen Stelle der Innenfläche der Brutkapselwand von Neuem. Es bildet sich hier zunächst eine Anhäufung jener granulirten Körperchen, aus welcher in der geschilderten Weise ein Scolex hervorgeht. Hat derselbe ein mittleres Entwickelungsstadium erreicht, so beginnt an einer anderen Stelle die Bildung einer dritten Knospe und so fort.[1]) Während dessen dehnt sich, wie natürlich, die Brutkapsel immer mehr aus, und die aus jenen granulirten Körpern bestehende Schicht ihrer Wandung verdünnt sich so sehr, dass sie bald die innere hyaline Schicht nur noch als eine einfache Lage jener Kerne überzieht. An der Anheftungsstelle jedes Scolex treten aus dem hohlen Stiel desselben zwei Gefässe auf die Aussenfläche der Brutkapsel über. Sie ziehen über dieselbe bei ganz jungen, erst eine Knospe enthaltenden Brutkapseln in geradem Zuge, bei älteren vielfach mit denen aus anderen Scolices anastomosirend und Netze bildend nach dem die Brutkapsel mit der Keimhaut der Mutterblase verbindenden Stiele hin. Durch denselben konnte ich sie meist nur ganz kurze Strecken auf letztere selbst verfolgen, wie dies schon Wagener vor längerer Zeit angab. Auf der Keimhaut der Mutterblase selbst konnte ich auch in diesem Stadium ein eigentliches Gefässnetz nicht wahrnehmen, jedoch sah ich in einzelnen Fällen ein durch den Stiel der Brutkapsel auf die Keimhaut übergetretenes Gefäss, nachdem es eine kurze Strecke auf derselben verlaufen, in den Stiel einer benachbarten Brutkapsel wieder eintreten. Auf der Aussenfläche

1) Leuckart, welcher früher behauptete, es kämen in jeder Brutkapsel nur Scolices desselben Entwickelungszustandes vor, hat sich nach seinen neuesten oben erwähnten Mittheilungen gleichfalls von der successiven Entwickelung der Scolices in der Brutkapsel überzeugt.

der Brutkapseln sieht man in grosser Anzahl jene schönen, lebhaft schwingenden Wimperlappen. Besonders zahlreich fand ich sie an den Stellen, wo die Gefässe aus dem Stiel eines Scolex auf die Brutkapsel übertreten, jedoch auch an anderen Stellen waren sie unschwer nachzuweisen. Auch im Stiele der Scolices kommen sie vor. Hier wurden sie schon vor geraumer Zeit von Virchow beobachtet.[1])

Dass die Brutkapseln im Verlaufe der normalen Entwickelung, wie man gewöhnlich annimmt, bersten oder auch nur von ihrer Anheftungsstelle an der Keimhaut sich loslösend, im Inneren der Echinococcenblase frei umher schwimmen, scheint mir mit Ausnahme später zu beschreibender Vorgänge, welche zur Entwickelung secundärer Hydatiden führen, sehr zweifelhaft. Man beobachtet bei vorsichtiger Eröffnung der Echinococcenblase nicht selten keine einzige gesprengte und auch nur sehr wenig losgelöste Brutkapseln. Findet man freie Scolices in der Echinococcenblase, so tragen dieselben fast stets in den am Hinterende anhängenden Gefässfetzen die Spuren der gewaltsamen Lostrennung an sich.

Es sei mir gestattet, einer eigenthümlichen, mir nur zwei Mal vorgekommenen Monstrosität zu erwähnen. Zwei Scolices, an einem gemeinsamen Stiele sitzend, waren an ihren Hintertheilen seitlich verwachsen, und fehlte an der Verwachsungsstelle die sonst den Scolex bekleidende hyaline Membran. Saugnäpfe und Hakenkranz waren in jedem der verwachsenen Scolices gut entwickelt.

3. Der Echinococcus im Zustande der Ammenproduction (E. altricipar. Küchenm.). Entwickelung der secundären Hydatiden.

Wir haben in den beiden vorliegenden Abschnitten eine Schilderung der Entwickelung des Echinococcus gegeben von

1) Verhandlungen der physik.-medic. Gesellschaft zu Würzburg II. — Von Lebert wurden die Flimmerlappen überhaupt zuerst und zwar im Inneren der Scolices gesehen. Müller's Archiv, 1843.

seinen frühesten Jugendzuständen bis zur vollendeten Entwickelung der Scolices. Aus den auf die geschilderte Weise entstandenen Scolices können sich nun, wenn sie an den geeigneten Ort in den Darm des Hundes übergeführt werden, Taenien entwickeln. Dies haben die Untersuchungen vor Allen v. Siebold's und Küchenmeister's, dann auch G. R. Wagener's vollkommen beweisend dargethan. Ich werde hierauf im später zu liefernden zoologischen Abschnitte dieser Arbeit zurückkommen.

Es wäre also hiermit der Entwickelungscyclus der *Taenia echinococcus* geschlossen. Aus dem Ei der *Taenia* entsteht eine Blase, auf der Innenfläche dieser Blase bilden sich in eigenthümlicher Weise Scolices, diese entwickeln sich, in den Darm des Hundes verpflanzt, zu Taenien, welche schon im vierten Gliede geschlechtsreif werden und jene Embryonen, von denen wir ausgingen, produciren.

Unter Umständen jedoch schalten sich in diesen Cyclus Zwischenstufen ein.

Es entwickeln sich dann in der Echinococcus-Mutterblase Blasen, welche wohl von den Brutkapseln zu unterscheiden sind. Dieselben, wir wollen sie nach altem Usus secundäre Hydatiden nennen, sind in allen Stücken, soweit unsere Beobachtung reicht, der jungen Mutterhydatide gleich. Sie bestehen wie diese aus einer Cuticula, gebildet durch übereinander geschichtete structurlose Lamellen und einer der Innenfläche dieser eng anliegenden, aus kleinen kernartigen Kügelchen gebildeten Haut (Keimhaut). Angefüllt sind sie wie die Mutterblase mit einer etwas opalescirenden, wasserhellen Flüssigkeit.

Auf der Innenfläche dieser Blasen entstehen in derselben Weise, wie auf der Keimhaut der Mutterblase, Brutkapseln und in diesen Scolices. Letztere zeigen sich in nichts von den in der Mutterhydatide direct gebildeten unterschieden[1]), es ist mithin im höchsten Grade wahrschein-

1) Küchenmeister (a. a. O. I. S. 157) giebt an, dass dieselben sich sowohl durch Form und grössere Zahl der Haken, als auch durch

lich, dass auch sie, in den Darm des Hundes übergeführt, sich zur *Taenia echinococcus* entwickeln werden. Ein directer Beweis hierfür ist indessen noch nicht geliefert.

Auf welche Weise entstehen nun diese secundären Hydatiden? Hierüber ist bis jetzt wenig bekannt.

Der älteste Autor der hierüber eingehend handelt, ist, soviel mir bekannt, Bremser.[1]) Derselbe giebt an, die secundären Hydatiden entständen aus Scolices, doch führt er keine beweisenden Beobachtungen an. Dann hat Kuhn[2]) beobachtet, dass sich dieselben in der geschichteten Cuticula der Mutterblase entwickeln. Sie sollen dann beim Menschen nach Innen, beim Vieh nach Aussen durchbrechen, welche irrthümliche Annahme er seiner Eintheilung unserer Blasenwürmer zu Grunde legt. Beobachtungen ähnlicher Art haben schon früher Chemnitz, in neuester Zeit Levison[3]) in Greifswald veröffentlicht; auch die allerneuesten Angaben Leuckart's stimmen hiermit überein.

Davaine[4]) theilte im Jahre 1852 Beobachtungen über die Entwickelung der secundären Hydatiden mit.

Er sah auf der Innenfläche der Cuticula sich knospenartige Hervortreibungen bilden. Dieselben sollten, sich vergrössernd, im Inneren hohl werden, sich von der Cuticula der Mutterblase abschnüren, und so die sich im Inneren derselben frei vorkommenden secundären Hydatiden bilden.

Eschricht „glaubte", dass die secundären Hydatiden entstehen durch Encystirung von Brutkapseln, welche er Nestblasen nennt. Die Formen, auf welche Davaine seine Ansicht stützt, beobachtete auch dieser Forscher, ohne daraus die gleichen Schlüsse zu ziehen. Auch Virchow[5]) veröffentlichte

---

ihre Körperform sich von jenen unterscheiden sollen. Siehe hierüber den zoologischen Abschnitt der Arbeit.

1) Ueber lebende Würmer im lebenden Menschen. Wien 1819.

2) Annales des sciences naturelles. I. Série, Tome 29.

3) De Echinococco, diss. inaug. Gryphiae 1859.

4) Gazette médicale de Paris. 1852.

5) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. 1856. Bd. VI.

bei Gelegenheit einer eigenthümlichen Echinococcusgeschwulst, welche er aus einer menschlichen Leber untersuchte, hierhergehörige Beobachtungen. Ich konnte die folgenden Untersuchungen meist nur an Echinococcen aus der Leber und Lunge von *Ovis aries* vornehmen, wo übrigens das Vorkommen secundärer Hydatiden durchaus nicht so selten ist, wie man gewöhnlich annimmt. Ein Exemplar aus der Leber des Menschen, welches mir durch die Güte meines hochverehrten Lehrers, des Professor Reichert, zu Theil wurde, war hinreichend, die zu beschreibenden Vorgänge als auch für den Echinococcus des Menschen gültig zu erweisen.

a. Entwickelung der secundären Hydatide aus einem Scolex.

Man findet in Echinococcenblasen von meist ziemlich beträchtlicher, etwa Apfel-Grösse[1]), welche auf ihrer Innenfläche zahllose mit zum Theil abgestorbenen Scolices dicht gefüllte Brutkapseln tragen, die Scolices theils frei in der Blase umherschwimmend, theils auch noch in der Brutkapsel befindlich, oft in eigenthümlicher Weise verändert.

Das Hinterende derselben ist beträchtlich angeschwollen. Die Höhle im Inneren desselben ist erweitert, die Leibeswand verdünnt. Dabei ist der Scolex nicht abgestorben; dies beweisen die erwähnten Flimmerlappen, welche man jetzt deutlich auf der Innenfläche der Leibeswand aufsitzen und in der die Leibeshöhle erfüllenden Flüssigkeit schwingen sieht. Durch die Leibeshöhle zieht sich von dem den Hakenkranz tragenden Vorderende zum Hinterende ein deutlich faseriger Strang, in welchem nicht selten Gefässe verlaufen. Ausserdem bemerkt man auf der Innenfläche der Leibeswand des Scolex ein eigenthümliches Netzwerk. Dasselbe besteht aus feinen Strängen einer das Licht ziemlich stark brechenden Materie. Dieselben ziehen, von dem compacten Vorderende aus sich auf der Innenfläche der Leibeswand

1) Nur einmal beobachtete ich die zu besprechenden Formen in einer Blase aus der Lunge von *Ovis aries*, welche höchstens $1^1/_2$ Zoll Länge, $^3/_4$ Zoll Breite hatte.

ausbreitend, über dieselbe dem Hinterende zu, indem sie sich durch zahlreiche Anastomosen verbinden. An den Knotenpunkten des so gebildeten Netzwerkes, sowie auch nicht selten im Verlaufe der feinen Stränge finden sich beträchtliche Erweiterungen, in welchen man fetttropfenähnliche Gebilde von verschiedener Grösse eingelagert findet.

Nach aussen zu ist der Scolex wie vorher von einer einfachen structurlosen Membran umgeben. Diese wird, indem ersterer gleichzeitig immer mehr anschwillt, und die Form eines kugligen Bläschens annimmt, dicker, und zeigt eine anfangs undeutliche, bald deutlicher werdende Schichtung.

Die Saugnäpfe sind während dessen geschwunden, doch zeigt der gewöhnlich am Vorderende, auf der Innenfläche der Blasenwand aufsitzende Hakenkranz deutlich die Abstammung des Bläschens an. Mit dem weiteren Wachsthum dieses schwinden die am Vorder- und Hinterende beobachteten Anhäufungen des Leibeswandparenchyms des Scolex, und überziehen gleichmässig die innere Fläche der nun schon deutlich aus Schichten hyaliner structurloser Substanz bestehenden Cuticula des Bläschens als eine feine aus den schon oft erwähnten kleinen granulirten Kugeln gebildete Haut. In dieser ist das oben beschriebene Netzwerk unverändert erhalten.

In diesem Stadium gleicht die Blase fast völlig den jüngsten Formen primärer Echinococcenblasen, welche wir im Eingange der Arbeit besprachen.

Die Blasen wachsen nun fort, ohne weitere Veränderungen zu zeigen. Die Cuticula verdickt sich entsprechend dem Wachsthume. Der, bis die Blase die Grösse eines Hirsekorns erreicht, noch gut wahrzunehmende Hakenkranz zerstreut sich; man findet später nur noch hier und da einzelne Haken auf der Innenfläche des Bläschens.

Die Kalkkörper, welche man vorher deutlich in den beschriebenen Anhäufungen von Parenchymmasse der Scolexwand sehen konnte, schwinden. Sie scheinen sich mit Hinterlassung ihrer Grundlage von organischer Substanz aufzulösen.

Es ist mir nicht gelungen, die Entwickelung von Scolices auf der Innenfläche solcher secundären Hydatiden, welche evident auf diese Weise entstanden waren, zu beobachten.

Jedoch ist es nach Analogie der auf andere Weise entstandenen secundären Hydatiden, von welchen sich die eben beschriebenen, soweit meine Beobachtungen reichen, in nichts Wesentlichem unterscheiden, wohl erlaubt, anzunehmen, dass dieselbe hier in ganz gleicher Weise vor sich gehe.

Eine Frage, deren Beantwortung nicht ohne einiges Interesse wäre, ist die: ob Scolices auch ausserhalb der Mutterblase, z. B. in das Gefässsystem eines ihnen zusagenden Thieres gelangt, sich zu Hydatiden zu entwickeln vermöchten. Beobachtungen, welche hierfür sprächen, liegen bis jetzt nicht vor, auch können nur bestimmte Versuche über die Möglichkeit einer derartigen Entwickelung entscheiden.

b. Die Entwickelung der secundären Hydatide aus einer Brutkapsel.[1])

Die hierhergehörigen Formen finden sich häufig in Echinococcenblasen gemeinsam mit den im vorigen Abschnitte behandelten. Wir sehen dann an einzelnen Brutkapseln, welche noch an der Keimhaut der Mutterblase angeheftet sind und in ihrem Inneren mehrere zum Theil gewöhnlich abgestorbene Scolices tragen, die innere hyaline Haut von einer ungewöhnlichen Dicke. Dieselbe wird noch dicker und zeigt bald eine deutliche Schichtung. Innerhalb der von dieser geschichteten Membran umschlossenen Höhle liegen die noch eine annähernd normale Form zeigenden Scolices, nach aussen, d. h. gegen den Hohlraum der Mutterblase hin, wird dieselbe von der granulären Haut der Brutkapsel überzogen.

Die so gebildete kleine Blase reisst bald von der Keimhaut los und wächst unter gleichzeitiger Verdickung ihrer Cuticula fort. Die Scolices im Inneren der Blase verlieren ihre Form und werden bald zu Häufchen jener granu-

1) Diese Art der Entwickelung secundärer Hydatiden scheint es zu sein, welche Eschricht beobachtete und wohl nicht ganz richtig als „Encystirung von Nestblasen“ (Brutkapseln) bezeichnete. Es geht allerdings die Erzeugung der Cuticula (Encystirung) von der Wand der Brutkapsel (Nestblase nach Eschricht) aus. Jedoch encystirt die Brutkapsel nicht sich, sondern ihren Inhalt. Die wesentlichen Theile der Wand gehen nicht mit in die Bildung der secundären Hydatide ein.

lirten Masse, in deren jedem man den Hakenkranz deutlich erkennt. Von ihnen ziehen nach allen Seiten jene feinen Stränge das Licht stark brechender Substanz, welche wieder ein dem im vorigen Abschnitte beschriebenen völlig gleiches Netzwerk auf der Innenfläche der Blasenwand bilden. Die von den Scolices herrührenden Haufen granulirter Substanz schwinden allmählig, indem sie die Innenfläche der Blasenwand als gleichmässige Schicht überziehen, die Hakenkränze zerstreuen sich und wir haben so wieder eine Hydatide, welche den jungen Stadien der Mutterblase und denen sehr ähnlich ist, deren Entwickelung wir im vorhergehenden Abschnitte schilderten.

Sie besteht aus einer von Schichten hyaliner structurloser Substanz gebildeten Cuticula. Der Innenfläche dieser liegt eine feine, aus kleinen kernartigen Kügelchen gebildete Haut an, in der man zahlreiche Fetttropfen erkennt. Im Inneren der Blase sieht man jenes eben beschriebene Netz.

Eine zweite Art der Bildung secundärer Hydatiden aus Brutkapseln unterscheidet sich von der eben beschriebenen in Folgendem. Es schnürt sich hier die Wand der Brutkapsel an irgend einer Stelle so ein, dass ihr Hohlraum in zwei gesonderte Blasen getheilt wird. In einem oder in beiden der so gebildeten Theile der Brutkapsel können dann auf die beschriebene Weise sich secundäre Hydatiden entwickeln.

Nicht selten findet man auch in secundären Hydatiden dieser Entwickelungsart, welche noch in ihren Brutkapseln eingeschlossen sind, Scolices mit einer geschichteten Cuticula umgeben. Es scheint auf diese Weise gleichzeitig die Bildung tertiärer Hydatiden in den secundären zu Stande zu kommen

c. Anderweitige Entwickelung secundärer Hydatiden.

Bei der Entwickelung secundärer Hydatiden in der in den vorhergehenden beiden Abschnitten beschriebenen Weise ging die Bildung derselben nach Art eines Encystirungsprocesses von organisirten Gebilden, dem Scolex und der Brutkapsel aus. Nach den Angaben von Kuhn, Davaine, Lövinson und in neuester Zeit Leuckart sollen sich die secundären Hydatiden in der schon oft besprochenen geschichteten Cuticula ohne Betheiligung der Keimhaut entwickeln. Die Ansichten der ersten beiden Forscher haben wir schon ausführlicher erwähnt. Letzterer sagt: „Die Bildung der Tochterblasen ist von der Bildung d r Brutkapseln durchaus verschieden. Sie geschieht in der Dicke der Cuticula, indem sich zwischen den einzelnen Lamellen Körnerhaufen ansammeln, die sich alsbald mit einem selbstständigen Systeme concentrischer Cuticularlamellen umgeben. Sind diese Tochterblasen etwa zur Grösse einer Erbse angewachsen, dann brechen sie nach innen oder aussen durch die Cuticula der Mutterblase hindurch."

Behufs der Beurtheilung dieser Angaben ist es nöthig, noch einmal auf die Entwickelung der Cuticula zurückzugehen.

Wir finden dieselbe schon bei ganz jungen Formen von Echinococcen. Sie gleicht dann völlig der hyalinen Cyste, deren Bildung wir bei anderen Entozoen, ich erinnere an die Cercarien, unter unseren Augen vor sich gehen sehen. Es wird hier von der Oberfläche, eine Flüssigkeit abgesondert, welche erstarrt und nicht selten eine mehr oder minder deutliche Schichtung zeigt. Die Cuticula ist ferner bei diesen jungen Formen in keiner Beziehung von den Cysten junger Zustände anderer Blasenwürmeri verschieden, wo man sie längst als ein Excretionsproduct des Bandwurmembryo zu betrachten gewohnt ist.

Es wird demnach wohl erlaubt sein, hier dieselbe Auffassung festzuhalten.

Diese Cuticula, welche wir in ihren ersten Anfängen als ein Excretionsproduct des Bandwurmembryo betrachten, geht nicht, wie bei den anderen Blasenwürmern, im weiteren Verlaufe der Entwickelung zu Grunde, sondern sie verdickt sich fortwährend. Wir sind zwar nicht im Stande, den Process, durch welchen diese Verdickung zu Wege gebracht wird. zu beobachten, doch sind wir zu der Annahme berechtigt, dass die Production der Cuticula auch in derselben Weise vorschreitet wie sie begann und dass, wie dies Huxley schon vor längerer Zeit vermuthete, dieselbe auch beim entwickelten Echinococcus anzusehen ist als ein Excretionsproduct der ihrer Innenfläche anliegenden Keimhaut, des eigentlichen Thieres.[1])

Zwischen den einzelnen Lamellen dieses Gebildes sollen nun die secundären Hydatiden entstehen. Dies wäre nach den augenblicklich maassgebenden Anschauungen nur so denkbar, dass die Keime derselben entweder von der Keimhaut aus oder von Aussen her an die Stellen ihrer weiteren Entwickelung geführt würden. Hierüber geben jedoch die Forscher, welche dieser Entwickelungsweise das Wort reden, durchaus nichts an.

Es machen also die Angaben von Kuhn, Davaine und in neuester Zeit Leuckart eine genaue Prüfung oder Aufklärung wünschenswerth, da sie in ihrer jetzigen Form viel Auffallendes, ja Unwahrscheinliches enthalten. Man bemerkt allerdings bei der Untersuchung der Wandung der Echinococcenblasen nicht selten Erscheinungen, welche einer Entstehung von secundären Hydatiden zwischen den Lamellen der Cuticula das Wort zu reden scheinen. So findet man an einzelnen Stellen der Wandung die Cuti-

1) Auch die chemische Zusammensetzung der Cuticula spricht hierfür. Dieselbe reiht sich nach den Untersuchungen von Lücke (Virchow's Archiv 1860) an die Chitingebilde an.

cula stark verdickt. Dieselbe scheint an der betreffenden Stelle knospenartig in die umgebende Cyste des Wirthes hineingewuchert. In dieser knospenartigen Excrescenz der Cuticula sieht man eine oder mehrere secundäre Hydatidenblasen eingelagert. Dieselben sind von sehr verschiedener Grösse bis zu der einer kleinen Erbse, und zeigen eine verhältnissmässig dicke, wie gewöhnlich aus concentrischen, structurlosen Lamellen gebildete Cuticula, an der Innenfläche derselben gleichfalls wie bei anderen der Art eine feine Haut kernartiger Kügelchen und im Inneren jenes eigenthümliche Netzwerk. Oft sind die Blasen auch ausgefüllt mit Fettkügelchen, doch scheint sich dies stets auf eingetretene Verfettung zu beziehen.

Um diese Blasen ziehen die Schichten der Cuticula theils nach aussen, theils nach innen vorbei, so dass jene in der That in letzterer eingebettet liegen.

Die nach innen von der secundären Blase liegenden Schichten der Mutterblase sieht man jedoch fast constant durchbrochen von einem feinen Kanal. Derselbe ist eine Fortsetzung der Höhle der Mutterblase und ist erfüllt mit kleinen kernartigen Kügelchen oder Fetttropfen, einer Fortsetzung der Keimhaut.

Bald durchsetzt dieser Kanal auch die Cuticula der Tochterblase, so dass ein offener Zusammenhang zwischen dem Hohlraum dieser und dem der Mutterblase entsteht, bald aber geht er nur bis an die secundäre Hydatide heran, ohne die Wandung derselben zu durchbohren.

Man findet nun Excrescenzen der Mutterblase, welche ganz ähnliche Erscheinungen zeigen, nur fehlen hier die nach Innen vor der secundären Hydatide vorbeiziehenden Schichten der mütterlichen Cuticula, es liegt also hier dieselbe secundäre Hydatide in einem Divertikel der Mutterblase.

Durch den Druck des umliegenden Parenchyms des Wirthorgans, oder wie man sich den Vorgang sonst denken will, werden die Wände der Mutterblase, da wo sie den Hals des Divertikels bilden, einander genähert; durch die fortdauernd von der abgeschnürten Keimhaut abgesonderte Cuticularmasse verkleben sie und die secundäre Hydatide liegt nun in der Cuticula der Mutterblase zwischen den Schichten derselben eingebettet. Oft findet der Abschluss nicht vollkommen statt, sondern es erhält sich in dem beschriebenen Kanale eine offene Communication der Mutterblase mit dem Divertikel, in welchem die secundäre Blase liegt.

Auf die eben geschilderte Weise können secundäre Hydatiden, in Divertikeln der Mutterblase entstehend, den Schein darbieten, als wären sie zwischen den Schichten der Cuticula gebildet. Die Bildung der secundären Hydatiden geht hier wie überall von der Germinativ membrane oder Keimhaut aus.

Eine andere Art der Entstehung secundärer Hydatiden, welche

vielleicht ebenfalls zu den angeführten Anschauungen der genannten Forscher Veranlassung gegeben hat, ist folgende. Man findet nicht selten beim Schaf Echinococcen-Cysten, welche nicht einen mit Flüssigkeit prall gefüllten Sack darstellen, sondern nur wenig Flüssigkeit halten, zusammengefallen und vielfach gefaltet sind. Man findet dann gewöhnlich den Hohlraum der Blase in einen Bronchus oder in einen Gallengang geöffnet, so dass die Vermuthung nahe liegt, die Höhle der Wirthscyste sei früher grösser und von der prallen Echinococcusblase vollkommen ausgefüllt gewesen, nach dem theilweisen Austritte der die letztere erfüllenden Flüssigkeit aber sei diese collabirt und die Wirthscyste um dieselbe zusammengeschrumpft.

In den Falten der Wandung, wie sie sich an diesen Blasen vielfach finden, sieht man nicht selten grössere oder kleinere secundäre Hydatiden eingelagert. Da es nun, wie gleich zu erwähnen, nicht selten vorkommt, dass die sich berührenden Flächen der Cuticula mit einander verkleben, so entstehen hier Formen, welche den Anschein bieten, als wären die secundären Hydatiden zwischen den Lamellen der Cuticula gebildet.

Man findet nämlich Falten, in welchen die Germinativmembrane sich von der Innenfläche der Cuticula abgelöst hat. Sie liegt dann in der Höhle der Falte, zu Kugeln zusammengeballt, welche durch feine bandartige Streifen mit einander verbunden sind. Diese kugligen Anhäufungen und bandartigen Streifen sondern nun fortdauernd Cuticularmasse ab, welche in Schichten fest wird und die entgegenstehenden Innenflächen der Cuticula mit einander verklebt. Es entstehen so im Inneren der zu einer compacten Masse gewordenen Falte kuglige Hohlräume, umgeben von entsprechend geschichteten Cuticularlamellen. Diese Hohlräume sind verbunden durch mehr oder minder feine Kanäle, deren Wandung durch Cuticularlamellen gebildet wird, die sich beim Uebergange des Kanals in den kugligen Hohlraum unmittelbar in die diesen umgebenden concentrischen Lamellen fortsetzen. Diese Hohlräume, welche mit Theilen der Keimhaut, einer körnigkugligen Masse, gefüllt sind, vergrössern sich. Sie füllen sich mit einer vollkommen klaren Flüssigkeit, während die in ihnen enthaltenen Reste der Keimhaut, die Innenfläche der Cuticula in Gestalt einer feinen Haut überziehen, welche aus kleinen kernartigen Kugeln besteht und auf ihrer Innenfläche jenes schon so vielfach erwähnte Netz zeigt.

Im weiteren Wachsthum der Hohlräume unter gleichzeitiger Verdickung ihrer Cuticularlamellen findet ein Verschluss der sie verbindenden Kanäle statt, und es isolirt sich so ein solcher Hohlraum mit dem zu ihm gehörigen Systeme concentri-

scher Cuticularlamellen zu einer secundären Hydatide, eingeschlossen in der jetzt nicht mehr als Falte zu erkennenden Verdickung der Cuticula der Mutterblase. Man findet dieselben hier eingeschlossen bis zur Grösse eines kleinen Hanfkorns, selten einer Erbse. Haben sie diese Grösse erreicht, so durchbrechen sie gewöhnlich unter Auflockerung der inneren Schichten der Muttercuticula diese und gelangen in den Hohlraum der Mutterblase. Einen directen Durchbruch nach Aussen konnte ich nicht beobachten.

Es klären sich so die Angaben Kuhn's, Lövinson's und Leuckart's, „die secundären Blasen entständen in der Cuticula der Mutterblase zwischen den einzelnen Lamellen derselben", vielleicht auf. Die Bildung derselben geht von der Keimhaut aus. Der Zusammenhang der letzteren mit der secundären Hydatide kann jedoch verloren gehen, und die secundäre Hydatide nachträglich von Cuticularlamellen der Mutterblase umschlossen werden, so dass dieselbe dann in der That in einer Verdickung derselben liegt.

Wir haben in dem letzten Abschnitte gesehen, wie Entwickelungsvorgänge verschiedener Art schliesslich zu der Bildung einer secundären Hydatide führten. Mochte dieselbe aus einem einzelnen Scolex hervorgehen, mochte sie ihren Ursprung nehmen von einer Brutkapsel oder einer auf andere Weise entstandenen Dependenz der Keimhaut, wir konnten keine irgend wesentliche Verschiedenheit an der entstandenen Blase entdecken.

Dieselbe bestand überall, aus einer Cuticula von verschiedener Dicke, gebildet aus zahlreichen, concentrisch über einander gelagerten Lamellen structurloser Substanz. Der Innenfläche dieser Cuticula liegt eine feine, aus kleinen kernartigen Kügelchen gebildete Haut an. Der Hohlraum der Blase ist erfüllt mit einer vollkommen klaren Flüssigkeit.

Auf der der Innenfläche der Cuticula anliegenden feinen Haut, der Keimhaut der secundären Hydatide findet nun in derselben Weise, wie wir es im zweiten Abschnitte dieser Arbeit von der Mutterblase schilderten, eine Scolexproduction statt. Ob die so entstehenden Scolices den primär in der Mutterblase entstandenen gleich zu achten seien, darüber haben wir schon oben gesprochen.

Nach Küchenmeister sollen die in diesen secundären Hydatiden „gezeugten oder geammten" Scolices, sowohl ihrer Form als der Zahl ihrer Haken nach, sich wesentlich von den direct aus der Keimhaut der Mutterblase stammenden unterscheiden. Ich konnte derartige Unterschiede nie bemerken, glaube vielmehr eine vollkommene Gleichheit der auf beide Weisen entstandenen Scolices behaupten zu können.

Was die Entwickelung tertiärer Hydatiden in den secun-

dären betrifft, so haben wir schon bei der Schilderung der Entstehung der secundären Hydatiden aus Brutkapseln einiges Hierhergehörige erwähnt. Ob indessen nicht vielleicht bei der Bildung dieser tertiären Blasen alle dieselben Vorgänge möglich sind, wie bei der Entwickelung der secundären, darüber stehen mir keine weiteren Beobachtungen zur Verfügung.

Erwähnt sei noch, dass in Bezug hierauf Eschricht Beobachtungen mittheilt, welche eine Bildung tertiärer Blasen aus secundären, durch Einstülpung und Abschnürung der Wand der letzteren darthun. Auch ich beobachtete, jedoch sehr vereinzelt, Formen, welche für eine derartige Bildung sprachen.

Februar 1862.

Anmerkung. Das in vorliegenden Blättern Mitgetheilte bildet im Wesentlichen den Inhalt meiner im Mai erschienenen Dissertation. Ich habe auf das jüngst erschienene Lehrbuch: die menschlichen Parasiten etc. von Leuckart, in welchem auch unserer Species eine ausführliche Behandlung zu Theil wird, keine Rücksicht nehmen können, weil mir dasselbe erst zuging, als meine Arbeit schon in dieser Fassung zum Drucke eingereicht war.

Ich freue mich, dass ich in vielen Punkten mich einer Gleichheit der Beobachtungen und der Auffassung mit jenem Forscher rühmen kann. Wo dies nicht der Fall ist, besonders in Bezug auf die Entwickelung der secundären Hydatiden, halte ich die Richtigkeit meiner Beobachtungen aufrecht. Dass gegen eine Entwickelung jener, wie sie uns Leuckart schildert, aprioristische Bedenken vorhanden sind, habe ich oben dargethan.

Dass jene Formen, welche ich nur auf Grund einer morphologischen Reihe als die frühesten Entwickelungszustände des Echinococcus ansah, dies in der That sind, haben die Experimente Leuckart's zur Evidenz erwiesen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Aus der Leber von *Sus scrofa*, wo sich das betreffende Präparat gleichzeitig mit einem solchen, welches der Fig. 2 zu Grunde liegt, fand. Die verhältnissmässig dicke Cuticula zeigt Andeutungen von Schichtung. Der Hohlraum der Blase ist erfüllt von kleinen, zum Theil deutlich kernhaltigen Zellen. Vergr. 300. Schiek.

Fig. 2. Ebendaher. Ein grösserer Echinococcus. Mutterblase, wahrscheinlich in beginnender Verfettung. a Cuticula. b Conglomerate von Fetttröpfchen, den sog. Entzündungskugeln nicht unähnlich. c Kalkkörnchen. d undeutlich zellige Zeichnung auf der Innenfläche der Cuticula. Diese Abbildung verdanke ich der Freundlichkeit des Cand. med. Herrn Dönitz.

Fig. 3—5. Entstehung der Brutkapsel. *Sus scrofa*. Vergr. 300.
Fig. 3. a Cuticula der Mutterblase. b hügelartige Erhebung auf der Innenfläche der Keimhaut. c Flimmerlappen.

Fig. 4. Bei b sieht man die centrale Höhle der Brutkapsel.

Fig. 5. a Höhle der Brutkapsel. b in dieselbe hereinragende Scolexknospe.

Fig. 6 stellt eine entwickelte Brutkapsel dar. w die Wand der Brutkapsel. a eine eben aufsprossende Scolexknospe. b eine eben solche, weiter entwickelt. c in der Längsaxe derselben der mit der Höhle der Mutterblase communicirende Hohlraum. d ein vollkommen entwickelter Scolex. e zwei aus demselben auf die Brutkapsel übertretende Gefässe; das eine verläuft über die dem Beobachter zugekehrte Wand derselben bis f. g Hakenkranz. h Saugnäpfe. i Kalkkörper im Scolex. k Kalkkörper auf der Wand der Brutkapsel. ll Wimpern. Vergr. 300.

Fig. 7. Einzelne Scolexknospe. a das stark convexe Vorderende. b der dieses von hinten ringkragenartig überragende Wall. c die beiden vordersten Stachelreihen zeigen schon deutliche Hakenform. d dahinter die 3. und 4. Stachelreihe. Vergr. 300. *Ovis aries.*

Fig. 8 und 9. Bildung der secundären Hydatide in einer Brutkapsel. Fig. 8. a Cuticula der Mutterblase. b Stiel der Brutkapsel. w Wand der Brutkapsel; in letzterer eine secundäre Hydatide. c deren Cuticula. dd abgestorbene Scolices in der secundären Hydatide. Vergr. 200. Ovis aries.

Fig. 9. Eine Brutkapsel. w deren Wand. Im Inneren der Brutkapsel bb Scolices Bei c hat die Brutkapsel ein Divertikel gebildet, in dem eine secundäre Hydatide. d deren Cuticula ee Scolices in ihr. Vergr. 150.

Fig. 10. Bildung der secundären Hydatide aus einem Scolex. w Wand der Brutkapsel. In ihr bb theils abgestorbene, theils lebende Scolices und eine secundäre Hydatide. c deren Cuticula. d in ihr ein zerstreuter Hakenkranz. ee das eigenthümliche Netz (cf. Fig. 11) im Inneren der secundären Hydatide. Vergr. 80.

Fig. 11. Eine secundäre Hydatide, frei umherschwimmend. a Cuticula. b Köpfe auf der Innenfläche derselben, in die Bildung der Keimhaut eingehend. Von ihnen ausgehend jenes eigenthümliche Netzwerk. ee Knotenpunkte desselben, in welchen kernartige Körper. Vergr. 150. *Ovis aries.*

Ueber die Bewegungserscheinungen an den Scheinfüssen der Polythalamien, insbesondere über die sogenannte Körnchenbewegung und über das angebliche Zusammenfliessen der Scheinfüsse.

Von

C. B. Reichert.

(Auszug aus dem Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Sitzung d. physik.-math. Classe v. 30. Juni 1862.)

In das 2. und 3. Jahrzehnt des laufenden Jahrhunderts fallen jene bedeutungsvollen Arbeiten, durch welche die alte Lehre vom lebenskräftigen Urschleim, von einem freien Urblastem als Ausgangspunkt jeder weiteren organisirten Bildung und jeglicher Lebensbewegung wesentlich erschüttert wurde;

an die Spitze derselben sind namentlich zu stellen: die Untersuchungen Ehrenberg's über die Infusorien und diejenigen Schleiden's und Schwann's zur Begründung der Lehre von der elementaren, organischen Zelle. Es drängten diese Arbeiten zu der Ueberzeugung hin, dass die Lebenserscheinungen, wie im Groben, im Grossen und im entwickeltesten Zustande, so auch in den kleinsten, nur dem stark bewaffneten Auge zugänglichen Räumlichkeiten und unter den einfachsten Verhältnissen stets an Körpern auftreten, in welchen nicht die organische Materie in irgend einem Cohäsionszustande, sondern organische Materien im festen, flüssigen, halbflüssigen Zustande mit bestimmter Form und Begrenzung, in bestimmter morphologischer Organisation gegeben seien. Die Erfahrungen lehrten zugleich, was für die späteren Mittheilungen besondere Beachtung verdient, dass die organisirten Körper, mögen sie frei oder als Bestandtheile der Organismen auftreten, neben flüssigen und halbflüssigen, auch feste organische Stoffe enthalten, und durch letztere vor dem Auseinander- und Zusammenfliessen gesichert seien.

Man hätte erwarten dürfen, dass die Urschleimtheorie nach diesen Arbeiten, welche zugleich das Wanken und Fallen einer ihrer wichtigsten Stützen, der Generatio aequivoca, einleiteten, aus den Gebieten der Morphologie und Physiologie sich möglichst still zurückziehen würde. Im Gegentheil, die alte Lehre vom lebendigen Urschleim behielt ihre bewussten und unbewussten Anhänger; ja, in den letzten Jahren, in welchen man es als einen Vorzug betrachtet, die Erscheinungen der organischen Natur ausschliesslich im Sinne der atomistischen Naturanschauung zu behandeln, erhebt sie ihr Haupt freier und mit entschiedener Anmaassung. Sie trägt nicht ganz dasselbe Gewand; die Vorstellungen werden den Zeitumständen gemäss verändert, aber die letzten Consequenzen führen schliesslich auf den alten Urschleim hinaus.

Verschiedene Umstände haben diese Bestrebungen unterstützt. Dazu rechne ich zunächst den Druck, unter welchem die organischen Naturwissenschaften, wie schon erwähnt, durch die überhandnehmende, atomistische Naturauffassung sich befinden, und dann die leider bisher vergeblichen Bemühungen, die grosse Kluft zwischen der organischen und anorganischen Natur durch den Einschub eines lebendigen Urschleims wenn auch nicht vollkommen zu füllen, so doch möglichst zu ebnen. Es liegt zu Tage, dass der Uebergang von der anorganischen Natur zur organischen, wie man die Einheit beider gewöhnlich zu verwirklichen bestrebt ist, durch einen formlosen Urschleim hindurch leichter ausführbar sich darstellt, als durch morphologisch-organisirte Körper auch der einfachsten Art, hervorgegangen aus Stammzeugung und Entwickelung, zwei Lebenserscheinungen, für welche in der anorganischen Schöpfung kein Anknüpfungspunkt gegeben ist.

Auch die Lehre von der elementaren, organischen Zelle, wie dieselbe von den Begründern in die Wissenschaft eingeführt wurde, enthielt in ihrem noch wenig ausgearbeiteten, thatsächlichen Theile Angaben, die gar leicht auf das schlüpfrige Gebiet des Urschleims zurückführen konnten. Dahin gehört ganz besonders die angebliche Entstehung und Bildung der Zelle in völlig freiem organischen Stoff, Cytoblastem genannt, dem alten Urschleim mit einem neuen Namen. Einen sehr nachtheiligen Einfluss auf den Gang der Forschung äusserten auch die mehr theoretisch construirten oder doch nur aus dem Verhalten der Cellulosekapseln der Pflanzenzellen und der Dotterhäute abgeleiteten Erkennungsmittel der Membran einer Zelle, die sich sehr bald als wenig brauchbar und zum Theil sogar als nicht beweiskräftig herausstellten. Man hielt sich nun nicht an die allerdings wenigen Beispiele, in welchen die Zellmembran an eben gebildeten Zellen als integrirender Bestandtheil derselben nachzuweisen war; man wollte auch nicht einsehen, dass aus den misslungenen Versuchen, die Zellmembran zu demonstriren, unter den obwaltenden Umständen Nichts gegen dieselbe als integrirenden Bestandtheil der Zelle gefolgert werden dürfe; man ergriff vielmehr die dargebotene, scheinbar gerechtfertigte Gelegenheit, um die Zellenmembran als nothwendigen Bestandtheil der Zelle nach Belieben ganz oder theilweise zu leugnen und unter dem Deckmantel der Sarkode-Theorie den alten Urschleim uns wieder in der Theorie der lebendigen Klümpchen und Protoplasmakügelchen von Neuem aufzutischen. Man darf wohl kaum behaupten, dass der Versuch, diese Theorien durch die Hypothese eines unsichtbar organisirten Zelleninhaltes in besondere Aufnahme zu bringen, ein glücklicher gewesen sei.

Die Theorie des lebendigen Urschleims wurde endlich von Dujardin unter dem neuen Namen „Theorie der Sarkode" mit einem fast unbegreiflichen Erfolge auch bei den niederen thierischen Organismen zur Geltung gebracht. Der Leib der Infusorien, Amöben, Polythalamien u. s. w. sollte aus der durch ihre Contractilität ausgezeichneten Sarcode (Substance charnue) bestehen. Diese Sarcode sei eine lebendige schleimartige Substanz (Substance glutineuse vivante) ohne Fasern, ohne innere oder äussere Membran, welche leicht zerfliesse und bei einigen dieser Thiere (Polythalamien etc.) Filamente (Scheinfüsse) aussende, die sich gerade strecken, unter oft spitzen Winkeln sich verästeln und bei zufälliger oder beabsichtigter Berührung vollständig ineinander fliessen. Ich habe hier nicht auf die schon von Herrn Ehrenberg u. A. zurückgewiesene Ansicht Dujardin's über die Organisation der niederen Thiere näher einzugehen. Meiner Aufgabe gemäss habe ich nur hervorzuheben, auf welche Thatsachen Dujardin seine Ansicht von der leichtflüssigen schleimartigen Beschaffenheit der Substanz des Leibes jener Thiere gestützt hat. Ich habe keine

anderen gefunden, als die von dem Verfasser zu Thatsachen verwertheten Erscheinungen an den sogenannten Pseudopodien der Polythalamien u. s. w. Die Art und Weise, wie die Pseudopodien, anfangs lang gestreckt, sich verästeln, bei Berührung angeblich zusammenfliessen, dabei Netze, Platten, Schwimmhäute zwischen den Fäden bilden, und wie dieses unter fortdauerndem Zuflusse neuer Massen aus dem Körper unter dem Schein der sogenannten Körnchenbewegung zu Stande komme, dies Alles lasse keinen Zweifel darüber, dass man es mit einer hüllenlosen leichtflüssigen Substanz zu thun habe (Annal. d sc. nat. Soc. Sér. Tom. III. 1835, p. 312; und Tom. X. 1838, p. 248). Dujardin bezieht sich auf Beobachtungen Peltier's, der ganz unzweifelhaft constatirt habe (L'institut 1836, n. 164. p. 209), dass den niederen Thieren feste Grenzschichten fehlen. Peltier hat aber nur die Beobachtungen Dujardin's bestätigt, ohne ein neues Moment hinzuzufügen.

Während Herr Ehrenberg in Grundlage seiner Untersuchungen lebender Polythalamien aus der Nordsee sich ausdrücklich gegen das Ineinanderfliessen der von ihnen ausgestreckten Fäden erklärt (Abh. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1839, p. 106), stellte sich M. Schultze in seinem Werke „über den Organismus der Polythalamien“ (Leipzig fol. 1854) ganz und gar auf die Seite Dujardin's, und dieser Ansicht musste dann auch später die Zellenmembran zum Opfer fallen. Der Leib der Polythalamien besteht nach ihm aus einer formlosen, der Consistenz nach dem flüssigen Wachs vergleichbaren Substanz, die hier und da Kügelchen eingebettet enthalte. Die Bewegungserscheinungen an den Pseudopodien beschreibt der Verfasser im Wesentlichen übereinstimmend mit Dujardin, doch etwas genauer sowohl in Betreff der Verästelung und des Ineinanderfliessens derselben, als auch hinsichtlich der sogenannten Körnchenbewegung in und an ihnen. Von der Körnchenbewegung bemerkt Schultze Folgendes: Ein Unterschied von Haut und Inhalt existirt an den Fäden nicht (S. 17), gegen einen innern Kanalbau, in welchem die grösseren Kügelchen fortbewegt werden, spricht die Beobachtung. Das regelmässige Hin- und Zurückströmen der contractilen Substanz bewirke aber die Bewegung der Körnchen, und letztere unterrichten uns wiederum von den Contractionsbewegungen. Die kleinen Körnchen bewegen sich ferner mit der aus der allgemeinen Körpermasse nachfliessenden Substanz in den Fäden selbst, die grösseren dagegen erscheinen als an den Fäden hinziehende Körperchen. Die Verschmelzung zweier und mehrerer Fäden, das Ueberfliessen der Körnchen aus dem einen in den damit verbundenen anderen sollen ferner alle, gegen die von Dujardin angenommene Beschaffenheit der Leibessubstanz der Polythalamien erhobenen Zweifel beseitigen.

Bald darauf wurden die angeblichen Körnchenbewegungen an den Scheinfüssen der Polythalamien von Unger

und Cohn mit den Saftströmungen in den Pflanzenzellen parallelisirt und auf diese Weise die Brücke geschlagen, auf welcher die Theorie der Protoplasmaklümpchen ihren Einzug in die Wissenschaft halten konnte.

Nach J. Müller gleicht die Körnchenbewegung bei den Polythalamien ganz und gar derjenigen an den ausgestreckten Fäden der Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren (Abhandl. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1858, S. 2 sq.). In seiner Beschreibung über die Bewegungserscheinungen an den Fäden der Sphaerozoen findet sich (S. 7) eine Beobachtung über längliche, an diesen Fäden gleich Körnchen fortrückende Anschwellungen, auf welche ich später noch ganz besonders zurückkommen muss.

Während meines vorjährigen Aufenthaltes in Triest erfüllte sich mein sehnlichster Wunsch, die Bewegungserscheinungen an den Pseudopodien der Polythalamien, die zu so ausschweifenden Ansichten über thierische Organisation geführt haben, aus eigener Anschauung genauer kennen zu lernen. Der Meerschlamm mit den lebenden Polythalamien wurde aus den für die Meersalzgewinnung abgekammerten Bassins in der Umgebung von Zaole herbeigeschafft. Es fand sich darin eine nicht näher von mir bestimmte Species von *Miliola* und *Rotalia*. Die Thiere wurden mit einem neuen Schiek'schen Mikroskop mittlerer Grösse bei 300-, 500- und 700facher Vergrösserung beobachtet; eine Immersionslinse hatte ich nicht mitgenommen, nachdem ich mich überzeugt, dass mit derselben nicht mehr als mit anderen guten Linsen zu unterscheiden ist. Der erste Eindruck, den die Bewegungserscheinungen an den Pseudopodien auf mich machten, war der Art, dass man den Beschreibungen Dujardin's und Max Schultze's völlig beistimmen konnte; es war so, als ob man es mit einer flüssigen, unter dem fortdauernden Zu- und Abfluss von Massentheilchen die Configuration und ihre Bahnen leicht verändernden Substanz zu thun habe. Wer aber nicht im blinden Vertrauen auf die Richtigkeit der Dogmen der Urschleim-, Sarkode- oder Protoplasmatheorie das überraschende und durch den Widerstreit mit klar darliegenden Thatsachen über die Organisation der Thiere so wunderbar erscheinende Naturspiel betrachtet, der wird sich bei einiger Ueberlegung sagen müssen, dass das Bild einer flüssigen und strömenden Masse auch an gesonderten, nicht flüssigen, sondern festen und festweichen Körpern sehr leicht hervorgebracht werden könne, sobald namentlich zwei Bedingungen sich erfüllen: 1) wenn die Oberfläche solcher Körper ein wechselndes, mehr oder weniger regelmässiges Spiel von Erhabenheiten so uns vor Augen führt, dass man zur Auffassung einer Wasserwellenbewegung verleitet wird; und 2) wenn an sich getrennte, aber in den gegenseitigen Berührungsstellen als solche nicht unterscheidbare Körper ihr Lageverhältniss fortwährend ändern und unter diesen Umständen sich als eine in ihrer Form und Begrenzung beliebig

veränderliche Masse darstellen, die Eigenschaften besitzt, welche der tropfbar flüssigen Substanz zukommen. Auf dem Standpunkte, den man nach meiner Ueberzeugung nicht allein festhalten darf, sondern gegenüber den bestehenden Erfahrungen in Betreff der Organismen zunächst festzuhalten verpflichtet ist, wird der Eindruck, den die Bewegungserscheinungen der Pseudopodien machen, ein wesentlich anderer; der Glanz der Dogmen in Betreff der Urschleimtheorie geht sehr bald verloren und die Irrlehre tritt dann klar und unzweideutig zu Tage.

Um sich aber von dem trügerischen Bilde nicht täuschen zu lassen, ist hier, wie auch in anderen Fällen, durchaus erforderlich, die mikroskopische Analyse an dem einzelnen Faden aufzunehmen und vorläufig von dem proteusartig sich verändernden Gewirre derselben möglichst abzusehen. Folgendes lässt sich nun nach meinen Beobachtungen über die Beschaffenheit des einzelnen Fadens aussagen.

Die Scheinfüsse, welche im vollkommen ausgestrecktem Zustande das 6—8fache des grössten Durchmessers des Thieres erreichen, stellen an ihren freien Enden, wo man mit grösserer Sicherheit einfache und einzelne antreffen kann, auch bei den stärksten Vergrösserungen ausserordentlich feine Fäden dar. Sie lassen bei ihren sehr schwach markirten Contouren sich nicht gut messen. Um sich aber von der Feinheit derselben eine Vorstellung zu machen, genüge die Bemerkung, dass eine wahrnehmbare Verdickung kaum hervortritt, wenn 2—3 Fäden aneinander gerathen und scheinbar in einen verschmelzen, oder wenn die Vergrösserung des Instruments vom 450fachen auf das 700fache gesteigert wird. Aus demselben Grunde lässt sich auch nichts Bestimmtes darüber aussagen, ob sie, wie es scheint, völlig cylindrisch oder mehr weniger plattgedrückt sind. Sie scheinen ferner überall gleichmässig dick zu sein; scheinbare oder wirkliche stellenweise Verdickungen treten in Folge von Contractionsbewegungen auf, worauf ich später zurückkommen werde. Ebenso muss ich die Besprechung der Frage verschieben, ob neben entschieden einfachen Fäden auch verästelte vorkommen, resp. aus den ersteren durch Contractionsbewegungen hervorgehen. Die einzelnen ausgestreckten Fäden bestehen aus einer scheinbar farblosen, durchsichtigen, hyalinen Substanz, die an den äussersten Enden, wo sie am leichtesten vereinzelt auftreten, einen Lichtbrechungsindex besitzt, der sich nur wenig von dem der umgebenden Flüssigkeit (Meerwasser) unterscheidet; nur mit grösster Anstrengung und bei dem günstigsten Lichte gelingt es, das äusserste Ende der Fäden noch eben zu verfolgen. Wo mehrere oder zahlreiche Scheinfüsse zusammenliegen, da werden die Contouren schärfer, auch zugleich dunkler, und an den von mir untersuchten Thieren tritt eine ins Gelbliche spielende Färbung zu Tage. Wenn man von den bei der sogenannten Körnchenbewegung auftretenden scheinbaren Körnchen absieht, so werden an oder in den Pseudopo-

dien zu keiner Zeit und an keiner Stelle Kügelchen oder Körperchen von messbarer Grösse wahrgenommen. Dickere Bündel, die in der Expansion oder Retraction begriffen sind, haben gewöhnlich ein fein granulirtes Aussehen. Es lässt sich aber durch unmittelbare Beobachtung nicht unterscheiden und ermitteln, ob dasselbe durch feine Runzelungen und Unebenheiten der Oberfläche oder durch feine in der scheinbar hyalinen Masse eingebettete Körnchen bewirkt werde. Auch in den durch das scheinbare Zusammenfliessen der Fäden gebildeten Lamellen und Schwimmhäuten ähnlichen Gebilden wird nicht selten ein körniger Habitus sichtbar. Diese Körnchen gehören aber entweder zu der sogenannten Körnchenbewegung, oder es bleibt wieder ungewiss, ob man es mit einem wirklichen Korn oder mit einem in seiner Form nur veränderten, einem Korn ähnlich sich darstellenden Theile des Fadens zu thun habe. Da die körnige Zeichnung jedesmal sofort verloren geht, wenn die Fäden in gestreckter Lage ruhig liegen, oder die körnigen Platten und Lamellen sich in ruhende gestreckte Fäden wieder auflösen, so muss gefolgert werden, dass die körnige Zeichnung nur scheinbar sei und durch Formveränderungen der an sich hyalinen Fäden hervorgebracht werde.

Was die wichtige Frage des Cohäsionszustandes und der Consistenz der Substanz der Pseudopodien betrifft, so lassen sich zur Beantwortung derselben directe Versuche nicht anstellen. Man ist daher genöthigt, aus dem Verhalten der Fäden bei den activen und passiven Bewegungen, sowie bei Annäherung und Trennung derselben auf die erwähnte physikalische Eigenschaft der Substanz zurückzuschliessen. Hier muss vor Allem die Thatsache constatirt werden, dass, wie immer die Fäden ihre Form verändern, sich beugen, krümmen, scheinbar zusammenfliessen und sich wieder trennen mögen, — ihre ursprüngliche Form schliesslich unter allen Umständen bewahrt bleibt und keine Aenderung erleidet. Daraus folgt, dass die Substanz derselben nicht tropfbar flüssig sein könne. Will man ferner nicht blindlings den Dogmen der verschiedenen Urschleim-Theorien vertrauen, die Irrlehre der sogenannten Körnchenbewegung adoptiren und das scheinbare Zusammenfliessen der Fäden ohne weiteres für ein wirkliches hinnehmen, so wird man, Angesichts der angeführten Thatsache, den Vergleich mit flüssigem Wachs oder mit einem Schleim von ähnlicher flüssiger Beschaffenheit für völlig unhaltbar erklären müssen. Aus dem Verhalten der Fäden bei Veränderungen ihrer Form durch active und passive Bewegungsursachen lässt sich aber mit Sicherheit folgern, dass ihre Substanz ausserordentlich weich und biegsam sein müsse. Namentlich möchte ich hier hervorheben, dass die ruhenden Fäden durch andere in Bewegung befindliche mit Leichtigkeit in jede beliebige Form sich krümmen lassen und dann auch so lange in dieser Form ruhig bleiben, bis sie durch eigene oder durch die Bewegung anderer Fäden aus derselben herausgebracht werden.

Bei den Verschiebungen der Fäden untereinander und der dadurch häufig herbeigeführten gegenseitigen Annäherung tritt noch eine andere bemerkenswerthe Eigenschaft hervor: das leichte Adhäriren derselben aneinander. In Folge dieser leichten Adhäsion geschieht es, dass die Fäden sehr gewöhnlich in grösseren oder kleineren Bündeln von der Schale her zur Expansion vorrücken und erst später sich trennen. Auch sieht man häufig, dass, wenn ein Faden in Folge eigener Bewegungen unter andere geräth und dann ruht, er an vorbeiziehende sich bewegende Fäden anschmiegt, und mit ihnen, nicht selten wie eine Anastomose zwischen ihnen, passiv fortbewegt und fortgezogen wird.

Mikrochemische Untersuchungen habe ich bisher noch nicht anstellen können.

Active Bewegungserscheinungen an den einzelnen Scheinfüssen der Polythalamien.

Zu den activen Bewegungserscheinungen an den Scheinfüssen der Polythalamien rechne ich:

1) Das Heraustreten der Fäden aus der Schale, ihre Geradstreckung und das Zurücktreten derselben.

   Würden die morphologisch ursprünglich einfachen fadenförmigen Scheinfüsse sich wirklich in verästelte Formen umwandeln, und letztere sich wieder zurückbilden können, so müsste auch diese Formveränderung in die Kategorie der activen Bewegungserscheinungen gehören; diese Formveränderungen sind aber, wie sich später erweisen wird, entweder nur scheinbar oder doch nicht sicher festzustellen.

2) Eine gewöhnlich etwas träge auftretende geschlängelte oder wurmförmige Bewegung der mehr oder weniger ausgestreckten Fäden im ganzen Verlaufe oder in einem beliebigen Abschnitte ihrer Länge.

3) Die unter dem Namen „Körnchenbewegung“ beschriebene Erscheinung.

4) Eine oft ganz unmerklich eintretende Verschiebung der Fäden untereinander durch grössere Annäherung oder Entfernung, oder auch durch Ablösung derselben aus einer Bündelformation in dem bestehenden allgemein radiären Complex unter Umständen, wobei sich die activen Bewegungen anderer Fäden als mitwirkende Ursachen nicht nachweisen lassen. Ich habe auf die Veränderung in der Anordnung und Form des gesammten radiären Complexes der Fäden zunächst nicht näher eingehen wollen. Es sind an diesen Veränderungen sowohl active Bewegungen der Fäden als auch passive, in Folge der leichten Adhäsion derselben aneinander, betheiligt und es ist oft ganz unmöglich, den Antheil jedes einzelnen Momentes genau zu berechnen. Dennoch haben auch andere Beobachter, nament-

lich Joh. Müller auf die unmerkliche Verschiebung der Fäden untereinander als eine active Bewegungserscheinung hingewiesen, und man muss die Thatsache constatiren, dass solche Verschiebungen der Fäden vorkommen, bei welchen weder die anderen activen Bewegungen der Fäden selbst, noch auch Bewegungsursachen in der umgebenden Flüssigkeit bemerkbar sind. Höchst wahrscheinlich liegen die Ursachen in activen Bewegungen, welche versteckt in der Schale an der Wurzel der Fäden Statt haben.

Es genüge vorläufig darauf hinzuweisen, dass die angeführten Bewegungserscheinungen und zwar, wie sich sogleich zeigen wird, auch die sogenannte Körnchenbewegung, nur als die sichtbaren Wirkungen derjenigen Veränderungen in der Substanz der Fäden anzusehen sind, welche durch sogenannte Contractionsfähigkeit zu Stande kommen. Von diesen Veränderungen in der Materie lässt sich weder hier, unter scheinbar sehr günstigen Umständen, noch überhaupt bei einer anderen contractilen Substanz mit Hülfe des Mikroskops irgend eine Spur wahrnehmen; wir befinden uns vielmehr überall nur in der Lage, aus den darauf folgenden Wirkungen, die in Veränderung der Form contractiler Gebilde oder in Veränderungen des Lageverhältnisses der betheiligten Organe, zu einem für uns sichtbaren Ausdruck gelangen, auf das Vorhandensein jener unsichtbar in den contractilen Substanzen selbst stattfindenden Bewegungen zu schliessen. Die Anhänger der Sarkode-Theorie sind allerdings durch die Art und Weise, wie sie die Körnchenbewegungen auffassten, noch einen Schritt weiter gegangen. Für sie ist das scheinbare Körnchen eine Portion kügelchenhaltiger Leibessubstanz, welche aus der Schale in die ausgestreckten Fäden nachfliesse und wieder zurückströme, letztere dadurch verlängere und verkürze, oder durch locale Anhäufung von Sarkodesubstanz im radiären Fädencomplexe das Auftreten von Substanzlamellen und Inseln bewirke. Bei der Sarkode wäre es also geglückt, das zu sehen, was uns bei anderen contractilen Gebilden bisher versagt gewesen ist. Die Contraction bestände hiernach in einer Massenbewegung der contractilen Substanz, in einer Verschiebung derselben von einem Orte zu einem anderen weit davon entfernten, und — als Folge davon treten dann die Formveränderungen der contractilen Gebilde auf. So wird das Unbegreifliche verständlich, wie man auf den Gedanken gerieth, die Saftströmungen in den Zellen mit den Contractionsströmungen an den Pseudopodien zu identificiren. Da sich nachweisen lässt, dass die Körnchenbewegung nicht durch den Zu- und Rückstrom kügelchenhaltiger Portionen der Leibessubstanz der Polythalamien hervorgerufen wird, so bin ich wohl der Mühe überhoben, auf die weiteren Consequenzen dieser Vorstellung von den Contractionsbewegungen der angeblich flüssigen Sarkode und deren Anwendung auf andere contractile Gebilde näher einzugehen.

Die sogenannte Körnchenbewegung.

In Betreff der bisher bekannten Erscheinungen, unter welchen die Körnchenbewegung auftritt, glaube ich Folgendes hier hervorheben zu müssen. Dujardin spricht nur von einem Zu- und Rückfluss von Kügelchen enthaltender Körpersubstanz, durch welche die Fäden unegal, körnig erscheinen. M. Schultze dagegen lässt die neu zu- und abfliessende Masse theils in, besonders aber an den Fäden als scheinbares Korn, das die grösseren Kügelchen enthalte, fortziehen. Joh. Müller weist darauf hin, dass eine innere Körnchenbewegung, wie in den Strahlen der *Actinophrys*, bei den Pseudopodien nicht vorkomme, dass hier vielmehr die Körnchenbewegung sich als ein an der Oberfläche des Fadens fortziehendes Korn darstelle und fügt zugleich die Beobachtung hinzu, dass auch Schleimkügelchen und fremde Körper durch das Korn hin und herbewegt werden. Ausserdem findet sich in genannter Abhandlung (S. 7) folgende merkwürdige Stelle: „Nicht selten sieht man die Fäden stellenweise verdickt, geschwollen, und diese längliche Anschwellung (Knötchen) an den Strahlen, wie die Körnchen fortrücken, was entweder auf eine fortschreitende Zusammenziehung oder auf Verkürzung und Verlängerung bezogen werden kann, vielleicht aber auch mit der Körnchenströmung zusammenhängt." Diese Worte sind nur unentschieden hingeworfen, werden auch bei anderen Gelegenheiten, wo von Bewegungen der Scheinfüsse die Rede ist, nicht wieder berücksichtigt, dennoch ist darin eine Beobachtung enthalten, die Joh. Müller beim weiteren Verfolge der Erscheinung zu der Auffassungsweise in Betreff der Körnchenbewegung hätte führen müssen, zu welcher ich durch meine Untersuchungen gelangt bin.

Das Thier, an welchem ich die Körnchenbewegung zum ersten Male beobachtete, liess dieselbe nur an einzelnen Fäden wahrnehmen, und es gab zugleich Momente, in welchen die sichtbaren, ausgestreckten Pseudopodien sich völlig ruhig verhielten. Die Körnchenbewegung gab sich ferner so zu erkennen, wie es Max Schultze und Joh. Müller beschrieben haben, als ein an der Oberfläche des Fadens sich hin oder zurückbewegendes, scheinbares Korn oder Körnchen. Ich muss jedoch hinzufügen, dass die Bewegung des Korns nicht gleichmässig war, sondern, dass das Korn über die Oberfläche fortzuhüpfen schien oder doch wenigstens eine zitternde Bewegung verrieth. Es war mir aber sehr auffällig, dass unerachtet zahlreicher angeblicher Körnchen-Zuströme, und obgleich man an den Enden der Fäden häufig genug das stillstehende Korn nicht zurückkehren sieht, — im ganzen Gesichtsfelde, weder in der umgebenden Flüssigkeit, noch an und in der Substanz der Strahlen selbst, irgend ein sichtbares ruhendes Kügelchen sich wahrnehmen liess. Und doch sollte die aus dem Körper den Strahlen zuströmende Sarkode-Substanz Kügelchen enthalten, und die

grösseren Kügelchen nicht allein das Hervortreten der fortströmenden Masse über das Niveau des Fadens bewirken, sondern überhaupt den optischen Ausdruck der Körnchenbewegung bedingen. Leibessubstanz mit Kügelchen konnte also den Strahlen nicht zugeflossen sein; — das Trugbild lag offen zu Tage.

Es kam nun darauf an, das scheinbare Korn, welches sich während der Bewegung in seiner wahren Form nicht beurtheilen liess, in dem Augenblick des Entstehens und der Rückbildung genau zu verfolgen. Dazu bietet sich häufig genug Gelegenheit dar. Für viele hin- und herziehende Körnchen ist allerdings die Schale ein Hinderniss der Beobachtung; man kann nicht sagen, wie die scheinbaren Körnchen daselbst entstehen und sich verlieren; man darf aber auch nicht behaupten, dass sie daselbst aus der Körpersubstanz des Thieres heraus- oder dahin abfliessen. Bei einiger Aufmerksamkeit entdeckt man indess sehr bald, dass sowohl die centripetale als die centrifugale Bewegung des Korns an jeder beliebigen Stelle der ausgestreckten Fäden ausserhalb der Schale beginnen und enden kann. Hier beobachtet man nun beim Auftreten des bisher nur in der Bewegung aufgefassten Korns folgendes Verhalten. An irgend einer beliebigen Stelle des hyalinen, ausgestreckten Fadens zeigt sich plötzlich eine scheinbare Verdickung von spindelförmiger Begrenzung, etwas gelblicher Färbung und dunkler Contour; die Spitzen der Spindel verlieren sich ganz unmerklich in die unverändert gebliebenen angrenzenden Theile des Fadens. Bald darauf scheint es, als ob die Spindel kürzer, in ihrer Mitte aber dicker, dunkler werde und mit derselben aus dem Niveau des Fadens mehr hervortrete; endlich entschwinden die Enden der scheinbar spindelförmigen Verdickung dem Blicke, und die erhobene mittlere Partie hüpft unter dem Bilde eines Korns auf der Oberfläche des Fadens hin. Ganz auf dieselbe Weise, jedoch in umgekehrter Ordnung, verschwindet das Körnchen beim Aufhören der Bewegung.

Wer das allmählige Entstehen und Aufhören der Körnchenbewegung verfolgt hat, wird die Vorstellung von einer wirklich fliessenden Substanz in den Pseudopodien sicherlich fallen lassen, — eine Vorstellung, die sich wohl aus einer unrichtigen Auslegung und unpassenden Uebertragung der bei den Amöben sichtbaren Contractionserscheinungen auf die Scheinfüsse der Polythalamien gebildet hatte. Es liegen hier offenbar ausgestreckte contractile Organe der Polythalamie vor, an welchen kein Hohlraum, kein an ihnen oder in ihnen befindliches, wirkliches Korn wahrzunehmen ist, und die mitgetheilten Erscheinungen in Betreff der Körnchenbewegung verlangen daher, dass man die letztere, wie es schon J. Müller andeutete, als Contractionserscheinung beurtheile und auslege. Unsere Kenntniss von den sichtbaren Contractionserscheinungen beschränkt sich, wie erwähnt, auf die, in Folge von unsichtbaren Bewegungen in

der contractilen Substanz selbst, sich einstellenden Formveränderungen an den contractilen Organen, und auch in dieser Beziehung bleibt bei den dürftigen Erfahrungen über ihre Structur und Textur viel zu wünschen übrig. Von diesen Formveränderungen kann im vorliegenden Falle nur die entweder in Form einer localen Verdickung oder localen Krümmung und Schlingenbildung an dem fadenförmigen contractilen Organe auftretende und weiter fortschreitende Contractionswelle berücksichtigt werden.

Es fragt sich zunächst, ob die beschriebenen mikroskopischen Erscheinungen zu der Annahme passen, dass die Contractionswelle durch eine an einer beliebigen Stelle plötzlich entstehende und dann weiter fortschreitende locale Verdickung des Fadens bedingt sei; das sichtbare Korn in der sogenannten Körnchenbewegung würde dann für die local verdickte Stelle gehalten werden müssen. Aus Mangel an Erfahrung lässt sich Nichts darüber aussagen, ob die scheinbar spindelförmige Anschwellung des Fadens der Bildung einer knötchen- oder kornartigen Anschwellung nothwendig vorausgehen müsse und zu der vorläufigen Annahme in Betreff der Contractionswelle passe. Dies aber darf behauptet werden, dass eine fortschreitende knötchenartige Verdickung des Fadens nicht das mikroskopische Bild hervorbringen könne, als ob ein Korn, wie man es wirklich sieht, auf der Oberfläche hüpfend fortziehe. Das mikroskopische Bild würde auch nicht zu Stande kommen können, wenn die allseitige, locale Anschwellung des Fadens von bedeutender Höhe wäre, und, etwa wie bei der von Ehrenberg beobachteten *Astasia flavicans,* eine kreisförmige Scheibe darstellte, durch deren Mittelpunkt der nicht angeschwollene Theil des Fadens gleichsam hindurchziehe; denn bei dem Fortschreiten einer solchen Anschwellung würde das mikroskopische Bild sich so darstellen, als ob ein Ring über den Faden fortgezogen würde. Es giebt nur einen Fall, in welchem die Contractionswelle in Form einer fortschreitenden localen Verdickung des Fadens nach meinem Dafürhalten dem beschriebenen mikroskopischen Bilde entsprechen könnte: die Verdickung müsste einseitig und in Form eines kolbenförmig endenden Fortsatzes oder Anhanges der Pseudopodie auftreten; das kolbenförmige Ende würde dann beim Fortschreiten an dem Faden vorzugsweise und zwar als scheinbares Korn gesehen, welches an der Oberfläche des Fadens fortzuziehen scheine. Eine solche Contractionsform ist indess bisher nicht beobachtet worden; ihre Annahme scheint mir gewagt.

Leicht verständlich dagegen und zugleich mit bekannten Contractionsformen in völliger Uebereinstimmung erscheint die Körnchenbewegung sowohl in ihrem Auftreten und Hinschwinden, als in ihrem Fortgange, wenn man sich vorstellt, dass die Contractionswelle durch eine am Faden fortziehende Schlinge gebildet werde, die in Folge der für uns unsichtbaren Contrac-

tionsbewegungen der Substanz an dem Organe auftritt. Dieser Annahme entsprechen zunächst die mikroskopischen Erscheinungen bei der Entstehung und, in umgekehrter Ordnung beim Aufhören der Körnchenbewegung: die sich erhebende Schlinge wird zuerst als eine langgezogene, sodann in ihrer Mitte sich verdickende, aus dem Niveau des Fadens heraustretende Anschwellung gesehen. Die erhobene Schlinge selbst ferner giebt sich, in Folge der Lichtbrechungsverhältnisse der Scheitelkrümmung, gerade so, wie sehr häufig bei den Querfältchen der glatten Muskelfasern, als ein auf dem Faden aufliegendes Korn oder rundliches, oder ovales Körperchen zu erkennen. Ebenso leuchtet es ein, dass die in Fortbewegung begriffene Schlinge als ein auf der Oberfläche des Fadens fortziehendes Körnchen erscheinen müsse, und dass sie endlich das mikroskopische Bild eines hüpfenden Korns gewähren werde, da vorausgesetzt werden darf, dass die Schlinge bei ihrer continuirlichen Neu- und Rückbildung nicht immer die gleiche Höhe beibehalte, — was sich eben als ein Schwanken der Scheitelkrümmung der Schlinge oder des scheinbaren Korns zu erkennen giebt. Es ist mir nicht gelungen, eine der Schlinge entsprechende Zeichnung im mikroskopischen Bilde wahrzunehmen, ich glaube aber nicht, dass hierauf unter den obwaltenden Umständen irgend ein Gewicht gelegt werden darf.

Ueber die scheinbare Verschmelzung und das Ineinanderfliessen der Pseudopodien.

Von den Erscheinungen, aus welchen man auf das Ineinanderfliessen zweier sich berührender Scheinfüsse der Polythalamien zu schliessen sich berechtigt glaubte, ist die Körnchenbewegung bereits besprochen, und ihre Beweiskraft zurückgewiesen. Die übrigen beigebrachten Beweise lassen sich zurückführen: 1) auf die Abwesenheit sichtbarer Trennungslinien bei unmittelbarer Berührung zweier wirklich einfacher oder nur einfach erscheinender Pseudopodien; und 2) auf die Veränderlichkeit der Configuration des gesammten ausgestreckten radiären Fäden-Complexes unter Erscheinungen, die angeblich nur durch wirkliches Ineinander- und Zusammenfliessen der Fäden möglich seien. Man muss es sehen, sagt schliesslich Dujardin, um jeden Zweifel darüber, dass man es mit einer flüssigen Substanz, mit einem wirklichen Ineinanderfliessen der contractilen Organe zu thun habe, abzulegen.

Um den Werth dieser Beweise richtig zu würdigen und eine vorurtheilsfreie Einsicht in die Formverwandlungen des gesammten Fäden-Complexes zu gewinnen, muss man das Verhalten zweier, in den meisten Fällen nur scheinbar einfacher Pseudopodien unter verschiedenen Umständen studiren. Zwei solche Fäden, mögen sie sich aus irgend welchen Ursachen der Länge nach aneinander- oder quer übereinanderlegen, lassen an der Berührungsstelle keine Trennungsgrenze erkennen; dies ist, was

man unmittelbar beobachtet. Folgt daraus, dass die sich berührenden Theile auch ineinander geflossen sind? Gewiss nicht. Jeder Mikroskopiker weiss, dass zwei entschieden feste Theile, erhärtete Zellen, Fasern unter Umständen so aneinander liegen, dass die Trennungsgrenze nicht gesehen wird. Vor einiger Zeit beobachtete ich in einer Eihaut der *Tichogonia* eingeschlossene, unzählige Amöben. Einige von ihnen geriethen im abgeplatteten Zustande dicht aneinander, und in diesem Augenblick fehlte jede sichtbare Trennungsgrenze; darauf wurde ihr Körper cylindrisch, und an der Berührungsstelle markirte sich jetzt auch eine Trennungslinie. Darf es da irgendwie auffallen, wenn die Trennungslinie zweier in Berührung befindlicher Pseudopodien nicht gesehen wird, die so schwach markirte Contouren und einen so wenig vom Wasser sich unterscheidenden Brechungsindex besitzen?

An zwei der Länge nach ganz oder theilweise aneinander gerathenen Fäden lassen sich ferner folgende Beobachtungen machen. Die vereinigten Fäden, wenn nicht ganz augenscheinlich dicke Bündel zur Berührung gelangten, erscheinen nicht dicker, als die unvereinigten; ist der eine Faden kürzer, so bemerkt man nicht die Stelle, wo er endigt. Daraus folgt, wie schon bemerkt, dass man niemals mit Sicherheit aussagen kann, es liege ein einfacher Faden vor. Es können ferner die vereinigten Fäden, in Folge einer activen Bewegung in dem einen oder in beiden, sich wieder ganz oder theilweise trennen. In den vereinigten Fäden kann hierbei eine Oeffnung auftreten, die bei der Ruhe sich wieder schliesst; oder es trennt sich nur die Spitze des einen Fadens von dem anderen, und der vereinigte, scheinbar einfache Faden besitzt nun einen Ast, erscheint verästelt. Hierauf aufmerksam geworden, musste bei mir die Frage entstehen, ob nicht überall die Verästelungen nur scheinbar seien. Nach meinen Erfahrungen muss ich die Frage bejahen. Mir ist kein Fall von Verästelung vorgekommen, der nicht in natürlichster Weise durch das Heraustreten von Enden der Fäden aus einer nur scheinbar einfachen Pseudopodie sich hätte erklären lassen; ja, das gewöhnlich plötzliche Hervorschiessen eines solchen Astes spricht nicht zu Gunsten einer etwa durch Contractionsbewegungen bewirkten Bildung desselben.

An zwei unter spitzen Winkeln sich kreuzenden Fäden wird eine Erscheinung bemerkbar, auf welche, als einen Beweis des Ineinanderfliessens der Scheinfüsse, namentlich Dujardin, einen grossen Werth gelegt hat: man sieht nämlich den Winkel sehr häufig durch ein schwimmhautähnliches Gebilde gefüllt. Bei sehr spitzen Winkeln und geringer Ausbreitung der Erscheinung kann der Verdacht, dass ein optischer Betrug vorliege, nicht völlig beseitigt werden; in anderen Fällen sieht man ganz deutlich, dass der durch die beiden Fäden gebildete Winkel durch wirkliche hyaline oder meist fein granulirte Sub-

stanz eingenommen wird. Der Vergleich mit einer Schwimmhaut ist übrigens nicht ganz passend; denn an den Rändern oder im Bereiche des scheinbar häutigen Gebildes ist kein Faden zu unterscheiden. Dem mikroskopischen Bilde nach könnte man eben so gut sagen, es liege eine dreieckige Platte vor, von deren Winkeln Fäden ausgehen.

Dass ein solches schwimmhautähnliches Gebilde durch das Ueberströmen der Masse zweier in einem spitzen Winkel einander genäherter flüssiger Fäden entstehen könne, will ich nicht in Abrede stellen. Um aber im vorliegenden Falle, angesichts der sonst bekannten Erfahrungen über morphologische Organisationsverhältnisse der Thiere, mit dieser Entstehungsweise hervortreten zu können, da musste vorerst bewiesen sein, dass die Fäden aus flüssiger Substanz bestehen; oder wenn die schwimmhautähnliche Platte selbst zum Beweise der flüssigen Beschaffenheit der Scheinfüsse dienen sollte, so war zu zeigen, dass die Entstehung derselben nur durch tropfbarflüssige Substanzen und nicht vermittelst fest-weicher Fäden von der Beschaffenheit, wie ich sie beschrieben habe, gedacht werden könne.

Vergeblich sucht man in den Schriften Dujardin's, M. Schultze's und der Anhänger der Sarkode-Theorie nach einer solchen wissenschaftlichen Behandlung der ihnen gewordenen Aufgabe. Man erklärt ohne Weiteres die Körnchenbewegung für den optischen Ausdruck der zu- und abfliessenden Leibessubstanz; man trägt kein Bedenken, aus den ohne sichtbare Begrenzungslinien zu Bündeln sich vereinigenden Fäden sofort auf das Ineinanderfliessen zu schliessen; bei der einmal vorgefassten Meinung von der schleimigen Beschaffenheit der sogenannten Sarcode kam es schliesslich nur darauf an, in der Entstehung der scheinbaren häutigen Platten einen neuen Beweis für die vorgefasste Ansicht zu suchen, — und man fand ihn auch. Die Befangenheit der Beobachter ist so gross, dass man es gar nicht der Mühe werth hält, auf das Verhalten der scheinbar häutigen Platten beim Hinschwinden oder bei den Bewegungen der Scheinfüsse zu achten und dabei sich die Frage vorzulegen, ob die hier sichtbaren Erscheinungen mit der aufgestellten Ansicht in Uebereinstimmung zu bringen seien. So sieht man die angeblich flüssige und durch neuen Zufluss aus der Körpersubstanz gebildete Platte bei Trennung der vereinigten Fäden ohne Spur eines Residuums sich wieder dem Blick entziehen; ja noch mehr, man sieht die beiden Fäden in gekreuzter Lage mit Beibehaltung der ursprünglichen Form und mit solcher Leichtigkeit fortdauernd hin- und hergeschoben werden, als ob gar keine Schwimmhaut, d. h. eine Stelle in ihrem Verlaufe existirte, in welcher der Fadenbau aufgehört und dafür eine substantielle flüssige Platte eingetreten sei.

Auf der anderen Seite gewahrt man Erscheinungen an den scheinbar häutigen Platten, aus denen, nach den obigen Mittheilungen über die Körnchenbewegung, nothwendig auf die An-

wesenheit von Fäden in den Platten, mithin auf eine Zusammensetzung der letzteren aus den ersteren zu schliessen ist. Es ist bekannt, dass auch in den scheinbar häutigen Platten die Körnchenbewegung sichtbar ist. Man sieht die scheinbaren Körnchen a.s dem centralen Ende des Fadens in mehr oder weniger gebogenen Linien durch die Platte in das peripherische Ende desselben Fadens oder umgekehrt hinziehen; man sieht auch das Körnchen aus einem Faden in geraden oder gekrümmten Linien zu dem anderen hinüberlaufen. Und weiter beobachtet man, dass bei Trennung der beiden sich berührenden Fäden aus den so zu sagen sich verziehenden Schwimmhäuten ganz deutlich Fäden sich ablösen und freimachen. Ich erinnere mich eines Falles, in welchem sogar aus dem freien Rande der Schwimmhaut ein Faden sich trennte, darauf als Ast des einen Fadens sich darstellte, endlich als ein dritter Faden sich gänzlich freimachte. Hiernach kann oder vielmehr muss man sich die Entstehung der scheinbar häutigen Schwimmhäute und Platten auf die Weise vorstellen, dass bei den unter einem spitzen Winkel gekreuzten und einander genäherten Pseudopodien oder richtiger Pseudopodien-Bündeln einzelne in ihnen enthaltene Fäden aus ihrer Lage gerückt und in dem Winkel zur Bildung einer scheinbaren Platte zusammengeschoben werden. Die ausserordentliche Biegsamkeit dieser Fäden, sowie ihre grosse Neigung, aneinander zu adhäriren, sind Eigenschaften, welche offenbar die Bildung solcher Schwimmhäute und Platten herbeiführen.

Es leuchtet ein, dass die Bedingungen zur Verschiebung der, in zwei einander genäherten Pseudopodien, enthaltenen einfachen Fäden bis zur Bildung von scheinbar häutigen Platten nicht blos darauf beschränkt sind, dass solche Scheinfüsse unter spitzem Winkel sich kreuzen; es werden auch zwei nur mit ihrer Scheitelkrümmung sich berührende und dann wieder etwas auseinander rückende Pseudopodienbündel zum Auftreten von scheinbar häutigen Platten Veranlassung geben; auch der Fall ist mir vorgekommen, dass eine scheinbar häutige, brückenartige Verbindung sich an der Stelle bildet, wo die Trennung zweier aus einem Bündel hervorgegangener Scheinfüsse nicht vollständig zu Stande gekommen war.

Nach diesen Erläuterungen bietet das Verständniss der mannichfaltigen Formveränderungen in dem gesammten radiären Pseudopodien-Complexe, — worin durch locale Contraction in einem beliebig kleinsten Abschnitte der Länge eines jeden Fadens wohl unzählbare sich bewegende Theilchen hergestellt werden können, — wie ich glaube, nicht die geringsten Schwierigkeiten mehr dar. Wenn das Thier seine Scheinfüsse ausstreckt, so herrscht die mehr einfache radiäre Anordnung vor; bald darauf beginnen die scheinbaren Verästelungen und werden immer zahlreicher. Die hervorgetretenen oder freigewordenen scheinbaren Aeste erreichen leicht benachbarte Fäden, legen sich an diese an und erscheinen nun als Anastomosen. Durch Vervielfältigung solcher scheinbaren Ana-

stomosen bilden sich jene netzartigen Configurationen, die unter dem Namen des Sarcode-Netzes bekannt sind. Gleichzeitig werden jetzt, wo die Bedingungen dazu sich ganz besonders günstig gestalten, zahlreiche schwimmhautähnliche Bildungen und brückenartige Verbindungen zwischen den Fäden sichtbar. Dieselben sind um so ausgebreiteter, je zahlreichere Fäden oder je dickere Bündel sich an der betreffenden Stelle berühren und durch unmerkliche Verschiebung der in ihnen enthaltenen feineren Fäden ein reichlicheres Material zur Bildung scheinbar häutiger Platten darbieten. Die Ursachen der in dem gesammten radiären System der Scheinfüsse auftretenden Formveränderungen sind zunächst in den activen und passiven, d. h. durch die leichte Adhäsion der Fäden aneinander herbeigeführten, Bewegungen zu suchen; durch diese werden die oft unmerklichen und selbst auf kleinste Bezirke beschränkten Verschiebungen der unzählbaren Theilchen in dem gesammten radiären System bewirkt. Günstige Bedingungen für die Mannichfaltigkeit der Formen und deren leichte, oft unmerkliche Veränderung gewähren ferner: die ausserordentliche Zahl der Fäden und ihre leichte Biegsamkeit. Dass endlich durch diese leicht beweglichen und so ausserordentlich biegsamen Theilchen in dem proteisch sich verwandelnden System von Fäden das scheinbare Bild entsteht, als ob eine bewegte flüssige Substanz beliebige Formen annehme oder in beliebige Formen sich ausbreite und ergiesse; diese Täuschung wird noch besonders dadurch zu Stande gebracht, dass die einzelnen überall hin leicht verschiebbaren Theilchen in ihren Berührungsgrenzen niemals unterschieden werden können.

Ueber Herrn Dr. Wundt's Replik, S. 498—507.

Von Dr. Hermann Munk.

In meiner ersten Erwiederung (S. 147[1]) habe ich nachgewiesen, wie Herr Wundt in seiner „Bemerkung" (1861, S. 781 ff.) — aus Flüchtigkeit — eine beliebige „Ansicht" mir untergeschoben hat, um sie sogleich darauf für eine „irrthümliche Voraussetzung" erklären zu können. Ebenda habe ich gezeigt, wie Herr Wundt meine Schlüsse den Lesern unrichtig wiedergegeben hat. Beides hat Herr Wundt jetzt stillschweigend zugeben müssen. Nichtsdestoweniger hat Herr Wundt in seiner Replik sich entblödet, diese Kampfesweise fortzusetzen, ja sogar unleugbare Fortschritte in ihr darzuthun.

In seinem Aufsatze wollte Herr Wundt „nur die **Beobachtungsthatsachen** angeführt haben, ohne sich auf die ausführliche Beweisführung einzulassen" (1861, S. 782). Eine solche Beweisführung — im Gegensatze zu den Beobachtungen, den unmittelbaren Versuchsergebnissen, — ist bei einer Experimental-Untersuchung doch nur in den Schlüssen zu suchen, und so habe ich denn

1) Alle Citate ohne Titel des Buches beziehen sich auf dieses Archiv, solche Citate ohne Jahreszahl auf diesen Jahrgang.

gezeigt (S. 146), dass Herr Wundt nicht nur nicht die Beobachtungsthatsachen allein angeführt hat, sondern sogar die angegriffenen Schlüsse mit den Beobachtungen unmittelbar so verknüpft hat, wie man es nur dann thut, wenn man es für zweifellos und selbstverständlich hält, dass die betreffenden Schlüsse aus den Beobachtungen gezogen werden müssen.[1]) Was sagt nun Herr Wundt in seiner Replik? „Auf diesen Angriff", referirt er zunächst (S. 498), „habe ich erwiedert, dass ich in meiner Mittheilung über secundäre Modification nur die Thatsachen berichtete, mir aber die Veröffentlichung der experimentellen Beweise für eine spätere ausführliche Bearbeitung vorbehalten habe", und er macht dann gegen mich geltend (S. 499): „Ich habe in meiner Bemerkung die Thatsachen den Beweisen, niemals die Thatsachen den Schlüssen entgegengestellt... Will Herr Munk **Thatsachen, die durch Schlüsse festgestellt sind**, nicht als Thatsachen gelten lassen, so ist dies eine Logik, über die ich nichts zu sagen brauche."

Und wie hier seinen eigenen Worten, so lässt ein anderes Mal wiederum meinen Worten die Flüchtigkeit des Herrn Wundt einige Veränderungen angedeihen.

Ich hatte gesagt (S. 148):

„Ich habe hierauf einfach zu erwiedern, dass die exacte Untersuchung wohl jeden auch nur im Entferntesten einer Begründung fähigen Einwurf in Rechnung ziehen muss, ganz willkürliche und durchaus unbegründete Einwürfe aber zu vernachlässigen hat. Nicht nur existirt keine einzige Thatsache, welche die Herrn Wundt's Einwurf bildende Annahme irgend berechtigt erscheinen liesse, sondern es lässt sich sogar gegen diese Annahme geradezu geltend machen, dass die Ermüdung, die ebenso wie die Modification eine Folge der Erregung ist und unzweifelhaft in sehr inniger, wenn auch bisher noch nicht genügend aufgeklärter Beziehung zur Modification steht, unter sonst gleichen Umständen desto rascher abnimmt, je frischer der Nerv ist. Hiermit ist die Sache abgethan, und ich mache nur zum Ueberfluss noch darauf aufmerksam, dass auch der Fortschritt meiner Untersuchungen die Richtigkeit des von

Nun höre man Hrn. Wundt (S.502): „Warum aber Hr. Munk jene Vermuthung für „„ganz willkürlich und durchaus unbegründet"" hält, darüber giebt er folgenden Aufschluss. Er meint: erstens beweise der Umstand, dass der Temperaturunterschied auf die Geschwindigkeit mit der das Zuckungsmaximum ansteige und wieder sinke, von Einfluss sei, „„auf das Trefflichste"" die Richtigkeit seines Schlusses, das Ansteigen des Zuckungsmaximum[2]) sei unabhängig von den einwirkenden Reizen; und zweitens lasse sich gegen meine Annahme geltend machen, „„dass die Ermüdung .... der Nerv ist."" Diese Beweisgründe sind in der That äusserst merkwürdige Exempel von experimenteller Logik. Der erste Schluss sagt geradezu: weil die Temperatur auf die Zuckungszunahme von Einfluss ist, deshalb ist sie die Ursache derselben..... Noch viel naiver ist der zweite Schluss: weil die Ermüdung, die auch von der Erregung

1) Vgl.: „Und so müsste ich, wollte ich alle u. s. w." S. 146.

2) Ich führe hier wiederholt den Wortlaut des betreffenden Schlusses meiner „Untersuchungen über die Leitung u. s. w." an: „Es kann somit keinem Zweifel mehr unterliegen, dass das Ansteigen des Erregungsmaximum, welches wir beobachtet haben, eine einzig und allein von der Zeit abhängige Veränderung desselben gewesen ist." (1861, S. 436; vgl. oben S. 147.)

Herrn Wundt fälschlich angegriffenen Schlusses auf das Trefflichste **bewährt** hat (S. S. 14 Anm., Vs. XXIV S. 10, Vss. XXV, XXVIII, XXX u. a. S. 16 ff.)."[1]) | abhängt, um so rascher abnimmt, je frischer der Nerv ist, deshalb muss die Modification gleichfalls um so rascher abnehmen, je frischer der Nerv ist...."[2])

Mit Hülfe dieser Veränderungen kommt Herr Wundt dazu, „Entstellung", „confuse Logik", „naive Schlüsse" mir vorzuwerfen.[3]) Ich

---

1) In der hier citirten Anmerkung [Juli 1861 (s. S. 46), — die Wundt'sche „Bemerkung" datirt vom October 1861 (s. 1861, S. 783)] ist gesagt, dass durch Untersuchungen, welche erst in einiger Zeit veröffentlicht werden können, das Ansteigen des Erregungsmaximum als eine Folge der Temperaturerhöhung des Präparates in der ersten Zeit des Versuches ermittelt worden ist, dass von der Grösse des Temperaturunterschiedes zwischen Nerv und Muskel im lebenden Thiere einerseits und der Zimmerluft andererseits die Höhe und Dauer des Ansteigens abhängig ist und dass, wenn dieser Temperaturunterschied Null ist, von der Trennung des Präparates an das Erregungsmaximum sinkt. Und die citirten Versuche zeigen sogleich von Anfang an die Abnahme des Erregungsmaximum, obwohl die Prüfungen in ihnen häufiger, also für das Auftreten einer Modifications-Erscheinung günstiger, vorgenommen sind als in den früheren Versuchen, in welchen ein beträchtliches Ansteigen des Erregungsmaximum zur Beobachtung gekommen war.

2) Hier folgt ein Colleg über Logik, nach welchem ich gehörig abgekanzelt werde. Nur lässt sich zum Unglücke des Herrn Wundt in jeder Zeile dessen, was er über die Beziehung der Modification zur Ermüdung vorgebracht hat, eine Anklage begründen. So vergisst Herr Wundt, um nur die erste Zeile zu beleuchten, wenn er die sec. Modification als Zunahme der Erregbarkeit der Ermüdung als Abnahme der Erregbarkeit gegenüberstellt, dass er selbst von einer positiven und negativen sec. Modification spricht, dass selbst für den modificirenden Strom seine sec. Modification nur deshalb ausschliesslich eine Zunahme der Erregbarkeit ist, weil er bei seiner Versuchsweise die Abnahme durch die Modification von der Abnahme aus anderen Ursachen nicht zu unterscheiden vermag, dass endlich ausser einer positiven auch eine negative Ermüdung existirt, die freilich den besonderen Namen: „Erholung" erhalten hat. Im Uebrigen würde es bei dem nur gelegentlich in die Discussion eingeführten Gegenstande offenbar hier nicht am Orte sein, alle möglichen Anklagen gegen Herrn Wundt zu erheben oder die Beziehung der Ermüdung zur Modification genau zu erörtern. Das Letztere behalte ich mir für einen anderen Ort vor, und ich will hier nur noch durch den Versuch, welchen ich unten S. 660 angebe, Herrn Wundt Gelegenheit geben, der vollkommenen Finsterniss, in der er herumtappt, sich bewusst zu werden.

3) Die Beschwerde des Herrn Wundt (S. 498) über den Ton meiner ersten Erwiederung muss ich entschieden zurückweisen, da ich immer nur von der „Unexactheit und Flüchtigkeit" des Herrn Wundt gesprochen und hierfür Belege beigebracht habe, wie sie jetzt wieder reichlich aus jedem Absatze der Replik sich vorführen liessen. Als Gegensatz lässt sich Herrn Wundt der Ton seiner eigenen „Schriftstücke" empfehlen, von welchem die Anführungen oben im Texte nur mässige Proben sind. Doch bin ich weit davon entfernt, über diese Manifestation der Schwäche des Herrn Wundt mich zu beschweren: ich sehe nur Folgendes hier zu bemerken mich genöthigt. Hr. Wundt

kann hierauf nicht anders antworten, als nach den vorliegenden Proben Herrn Wundt zugeben — und wohlbemerkt! ist dies das Einzige, was ich in der ganzen Discussion Herrn Wundt zuzugeben habe — dass er zweifellos im Stande sein würde, falls seine Flüchtigkeit die Wort-Veränderungen noch ein wenig steigerte, einen gesunden Menschen für das Tollhaus reif zu erklären. Ob aber zu dem Verfahren des Herrn Wundt viel Verstand oder viel Gewissenlosigkeit gehört, mag der Beurtheilung des Lesers anheimgestellt bleiben.

Uebrigens entspricht die schlechte Kampfesweise des Herrn Wundt nur seiner schlechten Sache. Es handelte sich in der von Hrn. Wundt begonnenen Discussion um meine Kritik der Wundt'schen Untersuchung „über secundäre Modification der Nerven" (1859, S. 537 ff.) und um meinen, Anm. 2 S. 655 citirten Schluss. Die materielle Berechtigung meiner Kritik hat Herr Wundt nicht nur nie bestritten, sondern jetzt auch durch die Veröffentlichung von Versuchen, welche den in der Kritik geforderten Versuchen entsprechen sollen, ausdrücklich anerkannt. Wenn Herr Wundt, wie es scheint, auch jetzt noch nicht vollkommen von der Nothwendigkeit derartiger Versuche überzeugt ist, da er hervorhebt, dass ich ein besonderes Gewicht auf sie lege (S. 500), so bleibt mir nur mein Bedauern auszusprechen übrig. Aber auch die formelle Berechtigung meiner Kritik kann jetzt nicht mehr als bestritten angesehen werden, da Herr Wundt seinen früheren Einwurf geradezu auf den Kopf gestellt hat (s. o. S. 655): zum Ueberfluss ist sie S. 146 gegen jedweden Einwand sicher gestellt. Und was endlich meinen in Rede stehenden Schluss betrifft, so hat Herr Wundt seine thatsächliche Richtigkeit längst anerkannt. „Ich habe gefunden", sagt Herr Wundt (1861, S. 782), „dass 10—15 Secunden nach Einwirkung des Inductionsschlages die Modification sich nicht mehr merklich geltend macht und daher auch die Häufung der Modificationswirkung ausbleibt." Wenn aber in Folge der sec. Modification schon 10—15 Secunden nach der Einwirkung des Inductionsschlages die Zuckung nicht mehr merklich gewachsen erscheint, so wird doch in Folge derselben Modification 2—12 Minuten nach der Einwirkung des Inductionsschlages, wie in meinen Versuchen, gewiss eine Zuckungszunahme nicht mehr auftreten, mit anderen Worten, die Zuckungszunahme, welche in diesen Versuchen zur Beobachtung kommt, wird, wie es mein Schluss besagt, von den Erregungen unabhängig und nur von der Zeit abhängig sein. So bleibt denn nur die Möglichkeit eines formellen Fehlers bei meinem Schlusse übrig, und diesen soll ich nach Herrn Wundt durch die Vernachlässigung der verschieden langen Dauer der sec. Modification im frischen und im absterbenden Nerven begangen haben. Aber weit entfernt davon, eine Thatsache zu sein, war diese verschiedene Dauer der sec. Modification zur Zeit meines Schlusses noch nicht einmal als Vermuthung aus irgend einer Veröffentlichung zu entnehmen, und sie hat auch als begründete Vermuthung schwerlich irgendwo anders als im Hirne des Herrn Wundt existirt. So lange nun von einer Untersuchung nicht verlangt wird, dass sie alle begründeten Vermuthun-

---

hat an der Spitze der Replik „Entstellungen" in meiner ersten Erwiederung mir vorgeworfen, diese „Entstellungen" aber nirgends dargelegt. Ich nun bin mir wohl bewusst, einer „Entstellung" mich nicht schuldig gemacht zu haben; — würde Hr. Wundt aber ein ähnliches gutes Bewusstsein haben, wenn sein Vorwurf nach Gebühr als Verleumdung charakterisirt würde?

gen im Hirne des Herrn Wundt berücksichtige, so lange kann ich einen Fehler in meiner Schlussfolgerung nicht zugeben. Allerdings wird mein Schluss, wenn in Zukunft festgestellt oder auch nur wahrscheinlich werden sollte, dass Folgen der Erregungen, welche eine Zuckungszunahme auftreten lassen, bei Einwirkung gleicher Inductionsströme mit der Zeit nach der Trennung des Nerven vom lebenden Organismus an Dauer abnehmen, nicht mehr exact sein: vor der Hand aber, wo es Herrn Wundt trotz vieler Kraftanstrengungen auf fünf Seiten der Replik nach seiner eigenen Angabe nur gelungen ist, die Vermuthung der verschiedenen Dauer der sec. Modification zu rechtfertigen, und wo allen denjenigen, welche die werthlosen Verss. V—X des Herrn Wundt genauer anzusehen sich die Mühe geben[1]), die Vermuthung ebensowenig wie zuvor begründet erscheinen muss, darf ich meinen Schluss auch jetzt noch als exact festhalten.[2])

Man fragt billig, wenn man sieht, wie im günstigsten Falle Herr Wundt nur einen rein formellen Fehler mir nachzuweisen hoffen konnte, was Herrn Wundt zu seinem ausgedehnten wiederholten Angriffe hat veranlassen können. Selbst in der Ueberzeugung, dass Herr Wundt die Blössen, welche er auf jeder Seite der Replik von Neuem sich gegeben hat und welche mehr als zu einem Theile hier aufzudecken ich weder Zeit noch Lust habe, selbst nicht erkannt hat, vermag ich die gestellte Frage nicht anders zu beantworten, als dass es Herrn Wundt durchaus darauf angekommen ist, in den Augen wenigstens der Leser, welche der Sache ferner stehen, den Schein des Rechtes sich zu wahren. Seiner Kampfesweise allein hat es dann Herr Wundt zuzuschreiben, wenn ich selbst diesen Schein, der mir im Uebrigen gleichgültig sein könnte, nicht habe bestehen lassen.

Dass es Herrn Wundt in der That unter allen Umständen um den Schein des Rechtes zu thun gewesen sei, lässt, von seiner Kampfesweise abgesehen, ganz besonders noch die unnütze Ausstaffirung seiner Replik mit Versuchstabellen mich glauben. In meiner Kritik hatte ich den Wundt'schen Grundversuch zu einer Zeit angestellt

1) Ich kann mich nicht dazu entschliessen, über die musterhaft schlechten Versuche I—X des Herrn Wundt (S. 500—506) mehr als die wenigen Worte unten S. 660 drucken zu lassen: ich bin aber gern bereit, mündlich Jedem, den es interessirt, den Nachweis zu führen, dass diese Versuche zum Mindesten die ihnen hier beigelegten Bezeichnungen verdienen.

2) Nebenbei will ich hier zweierlei bemerken: einmal hat Herr Wundt ganz übersehen, dass bei meinen hierhergehörigen Versuchen öfters der dem zur Prüfung verwandten Inductionsstrome entgegengesetzt gerichtete Inductionsstrom vom Nerven nicht abgeblendet war (vgl. 1860, S. 802; deshalb ist auch bei den Verss. 1861, S. 428 und 437 nicht, wie bei den späteren, die Richtung des prüfenden Inductionsstromes hinzugefügt); und sodann ist, da nur Herr Wundt ohne Kenntniss der zeitlichen Veränderungen die Folgen der Erregungen zu untersuchen vermag, ein anderer Weg der Untersuchung als der, welchen ich eingeschlagen habe, ganz unmöglich gewesen. Erst durch meinen Fund, dass das Ansteigen des Erregungsmaximum mit der Zeit eine Folge der Temperatur-Erhöhung des Präparates ist, war die Möglichkeit eines anderen Weges geboten, auf welchem auch mein in Rede stehender Schluss sich bewährt hat: so dass von diesem vorgerückteren Standpunkte aus diesem Schlusse nur noch gewissermassen als einer unumgänglichen Brücke ein historischer Werth zugeschrieben zu werden braucht.

verlangt, in welcher die Erregbarkeit der geprüften Nervenstelle bereits im Sinken begriffen war (1861, S. 433), und als hierauf Herr Wundt angegeben hatte, dass auch bei dieser Anstellung des Versuches die Zuckungszunahme beobachtet werde (1861, S. 783), habe ich dies ausdrücklich mit Vergnügen constatirt (S. 147)[1]. Es ist daher ganz überflüssig und unmotivirt, dass Herr Wundt jetzt in der gegen mich gerichteten Replik solche Versuche beigebracht hat. Doch sollen die vermeintlich die sec. Modification des Herrn Wundt beweisenden Versuche nicht umsonst an einem Orte stehen, der mich speciell zu ihrer Betrachtung veranlassen musste, und da Herr Wundt überdies seine Untersuchung über die secundäre Modification, sogar in quantitativer Richtung vervollständigt — welche Verblendung! —, in sein Lehrbuch der Elektrophysiologie aufzunehmen gedenkt, so wird er mir gewiss sehr dankbar sein, wenn ich noch folgende Bemerkungen hier anschliesse:

1) wird Herr Wundt gut thun, über das, was das Wort: Modification „im physiologischen Sprachgebrauch ausdrückt", sich Auskunft zu verschaffen. Ich empfehle ihm die unten[2]) angeführten Stellen oder, wenn ihm dies bequemer ist, die erste Seite seiner Abhandlung „über sec. Modification der Nerven" (1859, S. 537). Er wird dann finden, dass unter „Modification" die Veränderung nicht, wie er in seiner Replik zwecklos betont hat (S. 499), der Zuckungshöhe, sondern der Erregbarkeit durch elektrische Ströme verstanden wird, und dass die Fortlassung des Zusatzes: „der Erregbarkeit" nur eine schriftstellerische Licenz ist, die bis zur Replik des Herrn Wundt deshalb für ganz unschädlich gehalten werden durfte, weil bei der allgemeinen Unterscheidung der Modification des Nerven und der Modification des Muskels die neueste Interpretation des Herrn Wundt unmöglich scheinen musste.

2) wird Herr Wundt gut thun, darüber sich zu instruiren, dass bei der Helmholtz'schen Einrichtung des du Bois'schen Magnetelektromotors die Oeffnungeinductionsschläge nicht zu Schliessungsinductionsschlägen geworden sind (s. Wundt, 1859, S. 538). Es wird

1) Ich habe dort constatirt, „dass Herr Wundt jetzt seinen Versuch zur Zeit des Sinkens der Erregbarkeit angestellt hat." Da Herr Wundt nicht angegeben hatte, dass er Versuche der Art schon 1859 angestellt hat, kann ich, selbst wenn ich an den Buchstaben gebunden bin, einer „Entstellung" mich nicht schuldig gemacht haben, was ich mit Bezug auf Anm. 3 S. 656 hervorhebe. Im Uebrigen ist es offenbar vollkommen gleichgültig, ob Herr Wundt Versuche der Art schon 1859 oder erst nach meiner Kritik angestellt hat, da er jedenfalls erst nach meiner Kritik sie veröffentlicht hat. Wenige Worte hätten hingereicht und in der langen Abhandlung (1859) Platz finden müssen, wenn Herr Wundt die Bedeutung der Zeit der Anstellung der Versuche erkannt hätte. Ich kann hier aber auch noch darauf aufmerksam machen, dass Herr Wundt von der „viel unwirksameren aufsteigenden Modification" seine Beispiele hat entnehmen müssen, dass diese Beispiele in ihrer Anlage mir — und wohl auch anderen — den bewussten Zweck nicht zu erkennen geben, endlich dass Herr Wundt jetzt noch mich ein besonderes Gewicht auf die Zeit der Anstellung der Versuche legen lässt (s. S. 499—501).

2) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, I. S. 365 ff. — Pflüger, Elektrotonus, S. 73 ff. — Ludwig, Physiologie, 2. Aufl. I. S. 129—30. — Funke, Physiologie, 3. Aufl. I. S. 730 ff. —

Herrn Wundt dann möglich sein, die Methode seiner Untersuchung, wie es für eine exacte Untersuchung doch durchaus erforderlich ist, verständlich darzulegen, während die an sich schon genügende Confusion seiner früheren Darlegung augenblicklich noch dadurch erhöht ist, dass Herr Wundt in der an die Replik sich anschliessenden „Notiz" (S. 507) von der „Einrichtung von Helmholtz zur Abblendung (!) der Oeffnungsschläge" spricht.

3) wird Herr Wundt gut thun, bei seinen Versuchen auf die Fehler in den beobachteten Zuckungsgrössen zu achten, welche durch die ungleichartige Schliessung (oder Oeffnung)[1]) der Nebenschliessung zur primären Spirale bedingt sind. Wenn Herr Wundt dann findet, wie es z. B. aus den vier ersten Zeilen seines Vers. IX (S. 505) sich ergiebt, dass jene Fehler 1 Mm. erreicht haben, wird Herr Wundt gewiss nicht mehr Versuchen, in welchen die beobachteten Veränderungen der Zuckungsgrösse 1 Mm. oder weniger betragen haben, irgend welche Beweiskraft beilegen, sondern seine Vers. VI, VII, IX und X ganz und von den übrigen mitgetheilten Versuchen die grössten Theile als resultatlos fortfallen lassen.[2])

4) wird Herr Wundt gut thun, seinen Grundversuch (1859, S. 539—40) mit der einzigen Abänderung anzustellen, dass er, statt nur mit gleichgerichteten Inductionsströmen, mit den alternirenden Inductionsströmen des Magnetelektromotors den Nerven „modificirt." Um gewissen Einwänden wegen der verschieden starken physiologischen Wirkung der Schliessungs- und Oeffnungsschläge zu begegnen, kann mit Hülfe eines im primären Kreise befindlichen Stromwenders während der Zeitdauer der „Modification" die Stromrichtung in der primären Spirale nach Belieben oft gewechselt werden. Herr Wundt wird dann bei diesem Versuche, wie bei der Modification mit gleichgerichteten Inductionsströmen, die Zuckungszunahme auftreten sehen und dürfte sich in Folge dessen wohl entschliessen, den Passus über „secundäre Modification" aus seinem Lehrbuche ganz fortzulassen. Für den Fall, dass in diesem die quantitativen Versuche über sec. Modification dennoch erscheinen, behalte ich mir, während ich bisher mit einer bruchstückweisen und andeutungsweisen Kritik für meine Zwecke mich habe begnügen dürfen[3]), auf Grund der wiederholten Provocation des Herrn Wundt die ausführliche Kritik seiner „secundären Modification" ausdrücklich hiermit vor.

Berlin, September 1862.

---

1) Es lässt sich, wie bereits angedeutet, aus den Wundt'schen Angaben (1859, S. 538) nicht entnehmen, ob Herr Wundt mit Schliessungsinductionsströmen geprüft und die Oeffnungsschläge abgeblendet hat — oder umgekehrt.

2) Vom Vers. VIII, der als Muster eines Modifications-Versuches die besondere Beachtung der Physiologen verdient, ist hier ganz abgesehen.

3) In meinen „Untersuchungen" hatte ich nicht beabsichtigt, eine erschöpfende Kritik der Wundt'schen Untersuchung zu geben, sondern nur motiviren wollen, weshalb ich Ergebnisse dieser Untersuchung für meine Zwecke nicht verwandte. Ich habe mich daher dort darauf beschränken dürfen, die Unexactheit der Wundt'schen Untersuchung in einem Hauptpunkte und einigen nebensächlichen Punkten darzuthun (vgl. 1861, S. 433). Heute habe ich nur Andeutungen über die mögliche Fortsetzung der Kritik dieser Untersuchung geben wollen.

Physiologische Untersuchungen über die quantitativen Veränderungen der Wärmeproduction.

Von

Dr. Liebermeister,
Privatdocenten in Tübingen.

Vierter Artikel.
Respiration und Wärmeproduction.

Die Thatsache, dass bei den Säugethieren und Vögeln, so lange dieselben gesund sind, trotz des mannichfachsten Wechsels der Aussenverhältnisse und namentlich trotz der ausgedehntesten Schwankungen der Temperatur des umgebenden Mediums die Temperatur der inneren Körpertheile annähernd constant bleibt, berechtigt zu dem Schlusse, dass in dem Organismus dieser „Thiere von constanter Temperatur" und in den Beziehungen derselben zur Aussenwelt Verhältnisse gegeben seien, vermöge deren der Wärmeverlust und die Wärmeproduction in der Weise regulirt werden, dass beide zu jeder Zeit einander annähernd gleich sind. Würde die Wärmeproduction während einiger Zeit den Wärmeverlust übersteigen, so müsste die Temperatur des Körpers eine Steigerung erfahren, und umgekehrt müsste die Temperatur des Körpers sinken, wenn der Verlust grösser würde, als die gleichzeitig stattfindende Production. Bei Säugethieren und Vögeln, welche in einer Luft verweilen, deren Temperatur beträchtlich unter dem Gefrierpunkte liegt, besteht im Inneren des Körpers annähernd die gleiche Temperatur, welche bei Thieren derselben Classe vorhanden ist, wenn sie sich in einer Luft aufhalten, deren Temperatur nur wenige Grade unter der Temperatur ihres eigenen Körpers sich befindet; und dieser Umstand beweist,

dass die erwähnten regulatorischen Verhältnisse zur Compensirung sehr grosser Schwankungen in dem Verhalten der Umgebung vollkommen ausreichend sind.

Die regulatorischen Einrichtungen, welche zur Erhaltung der constanten Temperatur beitragen, sind sehr mannichfaltiger Art. Sie beruhen einerseits auf gewissen Umständen, in Folge deren die Schwankungen in der Grösse des Wärmeverlustes verhältnissmässig viel weniger gross sind, als die Schwankungen der Temperatur des umgebenden Mediums. Diese Moderirung des Wärmeverlustes und die verschiedenen Einzelverhältnisse, welche bei derselben in Betracht kommen, haben wiederholt eine genügende Würdigung erfahren.[1])

Einige Autoren, und namentlich Bergmann, haben die Ansicht vertreten, dass diese Moderirung des Wärmeverlustes ausreiche, um das Constantbleiben der Temperatur des Innern zu erklären, auch unter der Voraussetzung, dass die Intensität der Wärmeproduction sich nicht fortwährend den äusserlichen, den Wärmeverlust bedingenden Verhältnissen anpasse. Die Annahme einer solchen vollkommenen Moderirung des Wärmeverlustes muss freilich a priori als unwahrscheinlich bezeichnet werden, nicht allein deshalb, weil man nicht voraussetzen kann, dass die moderirenden Einrichtungen zur Erzielung dieser Wirkung ausreichend seien, sondern hauptsächlich deshalb, weil bei der Mannichfaltigkeit dieser Einrichtungen es unwahrscheinlich ist, dass durch das Zusammenwirken derselben immer genau die erforderliche Wirkung hervorgebracht werden sollte. Die moderirenden Einrichtungen sind nämlich zum Theil, soweit sie Wohnung, Kleidung, Körperstellung u. s. w. betreffen, von der Willkür des Individuums abhängig; zum Theil beruhen sie auf einfach physikalischen Verhältnissen, die bei jedem feuchten und die Wärme schlecht leitenden Theile zur Geltung

1) Vergl. Bergmann, nichtchemischer Beitrag zur Kritik der Lehre vom Calor animalis. J. Müller's Archiv, Jahrg. 1845. — Nasse, Artikel „Thierische Wärme" in Wagner's Handwörterbuch, 4. Bd., Braunschweig 1853, S. 74 ff. — Liebermeister, die Regulirung der Wärmeproduction bei den Thieren von constanter Temperatur. Deutsche Klinik 1859, Nr. 40.

kommen würden; zum Theil endlich ist dabei der complicirte Bau der äusseren Haut und namentlich das Verhalten der Circulation, der Verdunstung und der Schweissabsonderung bei verschiedener äusserer Temperatur betheiligt. Es wäre daher gewiss eine unberechtigte teleologische Auffassung, wenn mann annehmen wollte, alle diese höchst verschiedenartigen Verhältnisse hätten zu jeder Zeit, jedes für sich einen solchen Effect, dass die Summe aller Effecte genau ausreichte, um den Wärmeverlust zu compensiren. — Auf der anderen Seite sprechen zahlreiche positive Thatsachen dafür, dass ausser der Moderirung des Wärmeverlustes auch noch eine Regulirung der Wärmeproduction nach dem Wärmeverluste stattfinde, und zwar so, dass bei einer Steigerung des Wärmeverlustes gleichzeitig eine entsprechende Steigerung der Wärmeproduction, bei einer Verminderung des Wärmeverlustes eine Verminderung der Production erfolge. Die wichtigsten hierhergehörigen Thatsachen beziehen sich einerseits auf die Abhängigkeit der Nahrungszufuhr, andererseits auf die Abhängigkeit der Sauerstoff-Aufnahme und der Kohlensäure-Ausscheidung von den den Wärmeverlust bedingenden Verhältnissen.

Aber es liess sich nicht läugnen, dass ein directer Beweis für die Abhängigkeit der Wärmeproduction von dem Wärmeverluste bisher nicht geliefert worden war. — Die Untersuchungen, welche ich in den vorhergehenden Artikeln[1]) und namentlich in dem zweiten Artikel mitgetheilt habe, waren hauptsächlich zu dem Zwecke angestellt worden, für einen einzelnen Fall diesen directen positiven Beweis zu liefern.

Die Methode, nach welcher jene Untersuchungen angestellt wurden, konnte, was die absolute Genauigkeit der erhaltenen Zahlenresultate betrifft, nur als sehr mangelhaft bezeichnet werden, und ich habe auf diese Mangelhaftigkeit der Methode wiederholt aufmerksam gemacht (Art. II., S. 594 und 614). Natürlich denke ich auch nicht daran, der offenen Badewanne im Allgemeinen etwa den Charakter eines calorimetrischen Apparates zu vindiciren. Mir selbst, als ich mir die Aufgabe

1) Dieses Archiv Jahrg. 1860, S. 520 u. S. 589; Jahrg. 1861, S. 28.

stellte, zu untersuchen, ob das Constantbleiben der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle bei Verstärkung der Wärmeentziehung von der äusseren Haut aus, welches durch die im ersten Artikel mitgetheilten Versuche erwiesen worden war, auf einer nachweisbaren Steigerung der Wärmeproduction beruhe, standen nur die bei den Versuchen benutzten Apparate zu Gebote, und ich zweifle, ob es zur Zeit überhaupt ein Institut giebt, welches Apparate besässe, die zur Entscheidung dieser Frage wesentlich besser geeignet wären. Es handelte sich also darum, die zu Gebote stehenden Hülfsmittel in zweckmässiger und umsichtiger Weise so zu benutzen, dass, wo möglich, wenn auch kein genaues, doch ein sicheres Resultat gewonnen würde. Ich habe mir auch vor Beginn der Versuche keineswegs verhehlt, dass sich a priori nicht bestimmen lasse, ob eine so mangelhafte Versuchsmethode überhaupt im Stande sein werde, ein sicheres Resultat zu liefern (s. S. 594). Die Versuche selbst haben darüber entschieden. Es ergab sich bei denselben, dass beim Verweilen des Körpers in Wasser von 22°—25° C. schon nach Verlauf weniger Minuten die von dem Körper an das Wasser abgegebenen Wärmequantitäten für gleiche Zeiträume einen innerhalb der Fehlergrenzen constanten Werth annahmen, und dass dieser Werth bis zu einer Versuchsdauer von 26½ Minuten constant blieb, während gleichzeitig die Temperatur des Körpers in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche keine Erniedrigung erlitt. Da die Resultate ausserdem so hohe Werthe der Wärmeproduction ergaben, dass selbst bei der Annahme übermässiger Fehlergrenzen ein entscheidendes Resultat blieb, sa war die Brauchbarkeit der Methode erwiesen.

Die Controllversuche über die „Quantität der Abkühlung“, welche der Körper im kalten Bade erleidet, die natürlich bei der Beschaffenheit des Versuchsobjectes noch weniger auf absolute Genauigkeit Anspruch machen konnten, bestätigten von einer anderen Seite her die Zuverlässigkeit der Resultate. Endlich zeigte die Verwerthung der von anderen Forschern gewonnenen Zahlenresultate eine vollkommene Uebereinstimmung mit meinen Resultaten, und namentlich die älteren Ver-

suche von Currie, die sich auf eine noch längere Versuchszeit erstreckten, lieferten eine werthvolle Bestätigung und Erweiterung derselben.

Die im ersten Artikel veröffentlichten Versuche über das Verhalten der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle bei mässigen Wärmeentziehungen von der äusseren Haut aus, welche bis dahin mit den Resultaten aller anderen Autoren im Widerspruch zu stehen schienen, sind seitdem durch eine Publication von Speck[1]) im Wesentlichen bestätigt worden. Der genannte Autor hat einige Zeit nach der Ausführung meiner ersten Versuche und noch vor der Veröffentlichung derselben Beobachtungen angestellt über das Verhalten der Temperatur der geschlossenen Mundhöhle während eines kalten Bades bei gleichzeitiger Anwendung eines kalten Sturzbades. Sämmtliche Versuche ergeben unmittelbar nach dem Eintritt in das Bad ein geringes Steigen des Thermometers in der Mundhöhle. Nach längerer Dauer des Sturzbades erfolgte ein Sinken, wie es bei der Wahl des Applicationsortes nothwendig zu erwarten war (vergl. Art. I.). Erst nach dem Bade trat eine beträchtlichere Erniedrigung der Temperatur der Mundhöhle ein. Selbst die Steigerung der Temperatur, welche ich für die geschlossene Achselhöhle bei der directen Einwirkung der Luft auf die Körperoberfläche constatirt hatte, scheint nach den Versuchen von Speck auch in der Mundhöhle stattzufinden.

Das Resultat der im ersten und zweiten Artikel veröffentlichten Versuche, dass nämlich Wärmeentziehungen von der Körperoberfläche aus bei gesunden Menschen eine beträchtliche Steigerung der Wärmeproduction bewirken, ist daher nicht nur in Uebereinstimmung „mit den nöthigen theoretischen Voraussetzungen über eine gut geregelte Heizung in den Organismen“ (Hoppe), sondern auch mit allen bisher in dieser Beziehung angestellten directen Un-

---

1) Einige Versuche über die Wirkung mässig kalter Sturzbäder (23°—20° C.) auf die Körpertemperatur. Archiv des Vereins für gemeinsch. Arbeiten, 5. Bd., 2. u. 3. Heft, 1860.

tersuchungen. Ich glaube auf diese Untersuchungen einiges Gewicht legen zu müssen, nicht etwa, weil sie die ersten physiologisch-calorimetrischen Untersuchungen sind, welche seit den Untersuchungen von Dulong und Despretz angestellt wurden, oder weil sie überhaupt die ersten sind, welche bei Menschen unternommen wurden, sondern weil sie einen Weg andeuten, auf welchem trotz vielfacher nicht vollständig zu beseitigender Hindernisse bei umsichtiger und ausdauernder Arbeit wichtige und sichere Resultate erlangt werden können.

Nachdem durch die angeführten Untersuchungen für einen einzelnen Fall constatirt worden war, dass eine Regulirung der Wärmeproduction nach dem Wärmeverluste stattfinde, schloss sich unmittelbar die Frage nach der Art und der Wirkungsweise desjenigen Mechanismus an, durch welchen diese Regulirung bewirkt werde.

Unter Berücksichtigung der Beobachtungen und Versuche von Lavoisier und Séguin, de la Roche, Letellier, Barral, Lehmann, Vierordt u. A. über die Abhängigkeit der Quantität des aufgenommenen Sauerstoffs oder der ausgeschiedenen Kohlensäure von der Intensität des Wärmeverlustes lag es nahe anzunehmen, dass die Regulirung der Wärmeproduction nach dem Wärmeverluste vorzugsweise durch Veränderungen der Respiration bewirkt werde. Vierordt namentlich hatte durch seine mit musterhaftem Fleisse angestellten Untersuchungen[1]) den Nachweis geliefert, dass die Quantität der in einer bestimmten Zeit ausgeschiedenen Kohlensäure mit der Frequenz und Tiefe der während dieser Zeit ausgeführten Respirationsbewegungen zu- und abnehme, und dass durch willkürliche Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure in beträchtlichem Maasse gesteigert werden könne. Es sind dies die bekannten Untersuchungen, welche die positiven Grundlagen unserer Kenntniss des respiratorischen Gaswechsels bilden. Vierordt hatte als selbstverständlich angenommen, dass das Verhalten, welches er in Betreff der Koh-

1) Artikel „Respiration" in Wagner's Handwörterbuch Band II.

lensäureausscheidung gefunden hatte, auch in Betreff der Kohlensäureproduction stattfinde (a. a. O. S. 910). Wäre diese Annahme richtig, so wäre in den theils unwillkürlichen theils willkürlichen Veränderungen der Frequenz und der Tiefe der Respirationsbewegungen ein Moment gegeben, durch welches manche Schwankungen in der Intensität der Kohlensäure — und damit der Wärmeproduction — erklärt werden könnten. Da es ferner eine aus der alltäglichen Erfahrung sich ergebende Thatsache ist, dass die Berührung der Körperoberfläche mit kaltem Wasser beträchtliche Veränderungen, und zwar im Allgemeinen eine Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen veranlasst, so könnte, wenn wir die Richtigkeit der obigen Voraussetzung zugeben, für unseren Fall eine sehr einfache und plausible Hypothese construirt werden, welche die Steigerung der Wärmeproduction in Folge der Wärmeentziehungen von der Körperoberfläche aus genügend erklären würde. Wir könnten nämlich annehmen, dass die Erregung des sensiblen Nerven der äusseren Haut, welche bei der Einwirkung kalten Wassers oder kalter Luft stattfindet, innerhalb der Centralorgane auf die die Respirationsmuskeln versorgenden motorischen Nerven übertragen werde. Eine Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen, welche auf reflectorischem Wege zu Stande käme, wäre dann das Mittel, durch welches bei einer Steigerung des Wärmeverlustes von der äusseren Haut aus die Wärmeproduction in entsprechendem Maasse gesteigert würde.

Es erschien daher für die Erforschung des Mechanismus, durch welchen die Regulirung der Wärmeproduction zu Stande kommt, von der grössten Wichtigkeit, zunächst die Voraussetzung, auf welche die angeführte Hypothese basirt ist, einer genaueren Prüfung zu unterwerfen und zu untersuchen, ob die Kohlensäureproduction in derselben oder in ähnlicher Weise von der Tiefe und der Frequenz der Respiration abhange, wie es Vierordt für die Kohlensäureausscheidung gefunden hatte.

Unzweifelhaft giebt es sehr mannichfache Verhältnisse, für welche mit voller Sicherheit nachgewiesen werden kann, dass die Frequenz und Tiefe der Respirationsbewegungen einerseits

und die Kohlensäureproduction andererseits steigen und fallen. Aber es lässt sich auch nicht verkennen, dass unter allen bisher bekannten derartigen Verhältnissen es mindestens unentschieden bleibt, ob die unwillkürliche Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen die Steigerung der Kohlensäureproduction bewirke, oder ob umgekehrt die Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen erst die Folge der Steigerung der Kohlensäureproduction sei, und dass sogar für die Mehrzahl der Fälle die letztere Annahme die einzig mögliche oder wenigstens die überwiegend wahrscheinliche ist. Vierordt's Versuche können zunächst nur über das Verhalten des respiratorischen Gaswechsels bei verschiedener Frequenz und Tiefe der Athemzüge Aufschluss geben. Die Resultate seiner Versuche stehen, wie eine einfache Auseinandersetzung zeigen würde, im Einklange mit den theoretischen Voraussetzungen, zu welchen die Lehre von der Anwendung der Diffusion auf die Verhältnisse der Respiration führt, und A. Fick hat, indem er für diese Auseinandersetzung die mathematische Form anwandte, für die Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Frequenz der Respirationsbewegungen theoretisch eine Formel entwickelt[1]), welche sich den von Vierordt empirisch gewonnenen Resultaten recht gut anschliesst. Aber diese theoretischen Betrachtungen schliessen die Voraussetzung ein, dass bei verschiedener Frequenz der Respirationsbewegungen in dem die Lungen durchströmenden Blute der Gehalt an Kohlensäure constant bleibe; und nur unter dieser Voraussetzung haben sie Gültigkeit. Diese Voraussetzung ist gewiss annähernd richtig, so lange es sich um kleine Zeiträume handelt; das Blut, welches innerhalb der Lungen Kohlensäure abgegeben hat, wird während einer gewissen Zeit immer wieder durch Blut ersetzt, welches den normalen Kohlensäuregehalt des venösen Blutes besitzt. Für grössere Zeiträume darf aber diese Voraussetzung keineswegs ohne weiteren Beweis als richtig angenommen werden. Bei gesteigerter Frequenz der Respirationsbewegungen wird nämlich dem die Lungen durchströmenden Blute abnorm viel Koh-

1) Fick, die medicinische Physik. Braunschweig 1856. S. 27 ff.

lensäure entzogen; das Blut kehrt aus den Lungen zurück mit einem geringeren Gehalt an Kohlensäure, als ihn das arterielle Blut unter gewöhnlichen Verhältnissen besitzt. Auf seinem Wege durch den grossen Kreislauf nimmt es wieder Kohlensäure auf; aber a priori ist kein Grund zu der Voraussetzung vorhanden, dass der Kohlensäuregehalt wieder so gross werde, wie der des venösen Blutes unter gewöhnlichen Verhältnissen; und wenn wir auch annehmen wollten, dass im Parenchym der Organe genügende Mengen von Kohlensäure vorräthig wären, um den Kohlensäuregehalt des durchströmenden Blutes auf den gewöhnlichen Gehalt des venösen Blutes zu bringen, so würde doch bald auch diese Quelle versiegen, wenn nicht etwa die Production der Kohlensäure in demselben Maasse gesteigert würde wie die Ausscheidung. A priori würden wir also bei gesteigerter Respirationsfrequenz folgendes Verhalten der Kohlensäureausscheidung mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten haben: So lange der Kreislauf des Blutes noch nicht vollendet ist, so lange also noch venöses Blut von normalem Kohlensäuregehalt die Lungen durchströmt, so lange gilt das Vierordt'sche Gesetz in seiner ganzen Ausdehnung. Ist aber der Kreislauf einmal vollendet, kehrt Blut zu den Lungen zurück, welches schon einmal während der frequenten Respiration die Lungen passirt hat, so wird die Ausscheidung allmählig abnehmen, und bald wird trotz fortgesetzter Steigerung der Frequenz der Respirationsbewegungen die absolute Menge der in einer gewissen Zeit ausgeschiedenen Kohlensäure wieder der Norm entsprechen; es würde dann die verminderte Spannung der Kohlensäure im Blute die Compensation der Steigerung des Luftwechsels bilden. — Anders freilich müsste es sich verhalten, wenn in Folge des vermehrten Gaswechsels die Kohlensäureproduction ebenso gesteigert würde, wie bis zu einer gewissen Grenze die Ausscheidung gesteigert wird; da aber die Vierordt'schen Versuche sich nur auf kurze Zeiträume beziehen, so fehlen alle Thatsachen, aus welchen auf eine Abhängigkeit der Kohlensäureproduction von der Frequenz und Tiefe der Respirationsbewegungen geschlossen werden könnte.

Vierordt selbst scheint sich die eben auseinandergesetzten Verhältnisse nicht ganz klar gemacht zu haben. Zwar nimmt er selbst an, in dem Blute sei so viel Kohlensäure vorräthig, dass zur Ausscheidung derselben bei ruhigem Athmen etwa 16 Minuten erforderlich sein würden, während seine Versuche sich nur über einen sehr kleinen Bruchtheil dieser Zeit erstrecken. Aber dennoch setzt er stillschweigend voraus, dass die Resultate seiner Versuche eben so gut für die Kohlensäureproduction wie für die Kohlensäureausscheidung giltig seien. An einer Stelle geht er etwas näher auf die Frage ein und glaubt mit einigen Experimenten den Beweis liefern zu können, dass die von ihm für sehr kleine Zeiträume beobachteten Verhältnisse der Kohlensäureausscheidung auch andauernd stattfinden und deshalb auf entsprechenden Veränderungen der Production beruhen müssen. Er machte in 52 Minuten 4000—5000 Exspirationen, und in einem zweiten Experimente vollführte er 70 Minuten hindurch 3800 genau gezählte Athemzüge (bei denen übrigens die exspirirte Luft nicht untersucht wurde), so dass in dem ersten Falle einige 80, in dem zweiten 54 Athemzüge auf eine Minute kamen; als er dann „wieder anfing ruhig zu athmen", fand sich „trotz der Beschwerlichkeit dieser Experimente und nach der mittlerweile stattgefundenen, enorm gesteigerten Kohlensäureproduction" der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft nur um einige Zehntelprocente vermindert, „was vielleicht auch eingetreten sein würde, wenn auch das angestrengte Athmen nicht vorausgegangen wäre." Diese Versuche werden als Beweis für die Behauptung aufgeführt, dass selbst bei sehr schnellem Respiriren, bei welchem die Kohlensäureausscheidung so beschleunigt ist, „dass schon in etwa 2 Minuten der Kohlensäuregehalt des Blutes „erschöpft" sein würde, im Parenchym der Organe die Kohlensäureproduction schnell genug vor sich gehe, um immerfort die dieser Frequenz entsprechenden Quantitäten von Kohlensäure zu liefern. — Dass dergleichen Experimente die in Rede stehende Frage nicht entscheiden können, liegt auf der Hand. Vierordt macht schon die Voraussetzung, dass während des angestrengten Athmens eine „enorm gesteigerte

Kohlensäureproduction“ stattgefunden habe. Das Resultat der Versuche aber, dass nämlich nach Wiedereintritt des ruhigen Athmens auch der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft sich schnell wieder der Norm nähert, verträgt sich eben so gut mit der Voraussetzung, dass während der Steigerung der Frequenz der Respirationsbewegungen die Kohlensäureausscheidung nur auf kurze Zeit, aber nicht dauernd gesteigert gewesen sei. Gewiss hätte eine Frage von solcher Bedeutung, wenn man nicht überhaupt vorziehen wollte, sie vorläufig unentschieden zu lassen, eine eingehendere Prüfung erfordert.

Aus obigen Erörterungen ergiebt sich, dass eine Abhängigkeit der Intensität der Kohlensäure- und der Wärmeproduction von der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen bisher nicht nachgewiesen ist, und dass, wenn sie angenommen werden sollte, dies nur auf Grund neuer in dieser Richtung anzustellender Untersuchungen geschehen könnte.

Eine Versuchsmethode, vermittelst welcher die Frage gelöst werden konnte, ob eine solche Abhängigkeit in dem von Vierordt angenommenen Umfange bestehe, lag sehr nahe. Wenn durch willkürliche Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Athemzüge die Kohlensäure*production* in demselben oder auch nur in einem annähernd gleichen Maasse gesteigert würde, wie es für die Kohlensäure*ausscheidung* nachgewiesen war, so müsste einer solchen Steigerung der Kohlensäureproduction nothwendig eine entsprechende Steigerung der Wärmeproduction zur Seite gehen. Wir würden dann im Stande sein, durch Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen in willkürlicher Weise unsere Wärmeproduction sehr beträchtlich über die Norm zu steigern, und diese Steigerung der Wärmeproduction müsste, vorausgesetzt, dass der Wärmeverlust keine wesentliche Veränderung erlitte, durch eine Steigerung der Körpertemperatur sich kundgeben. Die vorliegende Frage würde also, um der Beantwortung durch den directen Versuch zugänglich zu sein, sich so formuliren lassen: *Sind wir im Stande, durch willkürliche Steigerung der Frequenz oder der Tiefe der Respirationsbewegungen unsere Körpertempe-*

ratur in dem Maasse zu steigern, wie es der Vierordt'schen Voraussetzung der Abhängigkeit der Kohlensäureproduction von der Frequenz und der Tiefe der Respirationsbewegungen entsprechen würde?

Bei der Verwerthung der zur Lösung dieser Frage angestellten Versuche musste selbstverständlich der Umstand berücksichtigt werden, dass die zu einer Effectuirung einer Steigerung der Frequenz oder Tiefe der Respirationsbewegungen erforderliche Steigerung der Muskelaction ein Moment war, welches an und für sich, wie jede Steigerung der Muskelaction, eine Steigerung der Wärmeproduction bewirkte, dass andererseits aber bei gesteigertem Luftwechsel in den Respirationsorganen eine Steigerung des Wärmeverlustes stattfinden musste, indem ein grösseres Quantum von Luft auf eine höhere Temperatur und einen höheren Wassergehalt gebracht wurde. Diese Momente werden später die nöthige Würdigung finden.

Von den folgenden Versuchen habe ich drei (24.—26.) an mir selbst angestellt; den 27. Versuch unternahm Herr Späth, der 3. Assistent der hiesigen medicinischen Klinik, dem ich für seine Bereitwilligkeit hiermit meinen Dank ausspreche.

24. Versuch.

27. October 1859. Nach dem Abendessen. Sitzend, rauchend, lesend. Zimmertemperatur 19,6° C.

Zeit.	Pulsfrequenz.	Respirationsfrequenz.	Temperatur der Achselhöhle.
8 U. 40'	—	—	36,90
8 U. 48'	78	18	36,84
8 U. 58'	82	17	36,83
Von 8 U. 58' bis 9 U. 8' (in 10 Minuten) wurden 390 Athemzüge von mehr als normaler Tiefe gemacht.			
9 U. 8'	86	—	36,83
9 U. 10'	87	16	36,90
9 U. 16'	—	—	36,83
9 U. 24'	80	20	36,84
9 U. 51'	—	—	36,80
10 U. 18'	78	17	36,60

25. Versuch.

1. Juni 1862, Abends. Vorher Abendessen und eine Flasche Bier. Sitzend, schreibend, rauchend. Thermometer eingelegt um 8 U. 45′.

Zeit.	Pulsfrequenz.	Respirationsfrequenz.	Temperatur der Achselhöhle.
9 U. 3′	80	16	36,96
9 U. 9′	82	15	36,94
9 U. 16′	82	13	36,90
9 U. 19′	—	—	36,93
Von 9 U. 19½′ bis 9 U. 34½′ (in 15 Minuten) wurden 1092 Athemzüge von mehr als normaler Tiefe ausgeführt.			
9 U. 34½′	—	—	36,86
9 U. 37′	—	—	36,89
9 U. 43′	83	16	36,96
9 U. 48′	82	20	36,91
9 U. 55′	—	—	36,80
10 U. 8′	74	17	36,76
10 U. 16′	77	15	36,71

26. Versuch.

2. Juni 1862, Abends. Vorher Abendessen und ein Schoppen Wein. Sitzend, lesend, rauchend. Zimmertemperatur 23,5° C. Thermometer eingelegt um 9 U. 28′.

Zeit.	Pulsfrequenz.	Respirationsfrequenz.	Temperatur der Achselhöhle.
9 U. 49′	86	16	36,70
9 U. 52′	—	—	36,72
10 U.	86	20	36,87
10 U. 15′	86	16	36,80
Von 10 U. 15½′ bis 10 U. 35½′ (in 20 Minuten) 1306 Athemzüge von mehr als normaler Tiefe.			
10 U. 35½′	—	—	36,60
10 U. 38′	90	17	36,60
10 U. 53′	82	15	36,68
11 U.	80	16	36,60
11 U. 23′	—	—	36,68

27. Versuch.

Ausgeführt von Herrn Späth. 10. Juni 1862, Abends. Vorher Abendessen und eine Flasche Bier. Sitzend, lesend, rauchend. Zimmertemperatur 21,2°. Thermometer eingelegt um 7 U. 48′.

Zeit.	Pulsfrequenz.	Respirationsfrequenz.	Temperatur der Achselhöhle.
8 U.	68	19	37,20
8 U. 9′	72	20	37,25
8 U. 15′	64	17	37,42
8 U. 20′	68	16	37,40

Von 8 U. 21′ bis 8 U. 45′ (während 24 Minuten) wurden 790 Athemzüge von mindestens normaler Tiefe gemacht. Während dieser Zeit:

Zeit.	Pulsfrequenz.	Respirationsfrequenz.	Temperatur der Achselhöhle
8 U. 24′	—	—	37,40
8 U. 26′	—	—	37,40
8 U. 30′	—	—	37,36
8 U. 32′	—	—	37,34
8 U. 35′	—	—	37,36
8 U. 39′	—	—	37,29
8 U. 42′	—	—	37,29
8 U. 45′	—	—	37,29
	Nach Wiedereintritt ruhigen Athmens:		
8 U. 50′	—	18	37,30
8 U. 58′	—	20	37,26
9 U.	—	23	37,20

Diesen Zahlenangaben habe ich einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Die Tiefe der Inspirationen konnte während der Versuche selbst natürlich nicht gemessen werden; es wurde daher nur dafür gesorgt, dass dieselben mindestens die normale Tiefe (500 Cc.) erreichten. Durch Anwendung des Spirometers hatte ich constatirt, dass ich bei einer Respirationsfrequenz von 40 bis 60 Athemzügen in der Minute, wenn ich mit der Anstrengung athmete, wie es bei den Versuchen geschah, mit jeder Exspiration durchschnittlich 700—800 Cc. Luft entleerte, dass also die normale Grösse der Exspiration jedenfalls überschritten wurde.

Die forcirten Respirationsbewegungen erforderten sehr heftige Anstrengung, und es gehörte ein fester Vorsatz dazu, um dieselben so lange fortzusetzen, als es für einen entscheidenden Versuch erforderlich schien. Nachdem der Versuch etwa 10 Minuten fortgesetzt war, trat meist ein schwaches Gefühl von Schwindel ein, welches sich bei längerer Dauer des Versuches nicht steigerte. Das Athmen geschah vorzugsweise durch den geöffneten Mund, und in Folge dessen stellte sich bald eine unangenehme Trockenheit des Rachens ein. Während der Dauer der angestrengten Respirationsbewegungen war keine Steigerung des subjectiven Wärmegefühls, eher vielleicht ein leichtes Gefühl von Kühlung vorhanden; kurze Zeit nach dem

Aufhören des angestrengten Athmens erfolgte, wie nach jeder Muskelanstrengung von ähnlicher Intensität, eine geringe Steigerung des subjectiven Wärmegefühls.

In Betreff der Temperaturzahlen bemerke ich, dass nach zahlreichen Controllversuchen bei mir während der Tageszeit, zu welcher die Versuche angestellt wurden, unter gewöhnlichen Verhältnissen ein geringes Sinken der Körpertemperatur einzutreten pflegt.

Die mitgetheilten Versuche ergeben übereinstimmend das Resultat, dass durch Steigerung der Frequenz der Respirationsbewegungen keine bemerkbare Steigerung der Körpertemperatur bewirkt wird. Die Annahme, dass die Kohlensäureproduction in dem von Vierordt vorausgesetzten Maasse von der Frequenz der Respirationsbewegungen abhängig sei, würde mithin widerlegt sein, sobald der Beweis geliefert wäre, dass die Steigerung der Wärmeproduction, welche jener Voraussetzung entsprechen würde, gross genug sein müsste, um in dem Verhalten der Körpertemperatur deutlich bemerkbar zu sein. Und dieser Beweis kann auf Grund der beobachteten Thatsachen durch eine einfache Rechnung geliefert werden.

Bei dieser Rechnung vernachlässigen wir die Tiefe der einzelnen Inspirationen und setzen dieselbe als normal voraus; wollten wir den Umstand, dass sie durchschnittlich die normale Tiefe beträchtlich überstiegen, berücksichtigen, so würde dadurch das Resultat noch eclatanter werden. — Als Beispiel für die Ausführung der Rechnung überhaupt wollen wir zunächst die Quantität der Wärme berechnen, welche nach der Vierordt'schen Voraussetzung der Abhängigkeit der Kohlensäureproduction von der Frequenz der Respirationsbewegungen während des 26. Versuchs als Ueberschuss über die normale Production hätte producirt werden müssen. — In 20 Minuten waren 1306 Athemzüge ausgeführt und durch dieselben mindestens 653 Liters Luft ein- und ausgeathmet worden. Nach der Vierordt'schen Voraussetzung müsste die exspirirte Luft ungefähr 3 Volumprocente Kohlensäure enthalten ha-

ben[1]); demnach müssten in diesen 20 Minuten ausgeathmet worden sein 19,6 Litres Kohlensäure. — Nach Vierordt wären bei normaler Respiration (12 Athemzüge à 500 Cc. in 1 Minute) während dieser Zeit ausgeathmet worden 120 Litres Luft, die ungefähr 5,2 Litres Kohlensäure enthalten hätten. — Während der Dauer des Versuches hätte mithin eine Kohlensäureproduction stattfinden müssen, die nahezu das Vierfache der normalen Production betragen hätte. — Dürften wir voraussetzen, dass alle Oxydationsprocesse innerhalb des Organismus in gleichem Maasse gesteigert worden wären, wie die Kohlensäureproduction, so hätte während dieser 20 Minuten auch die Wärmeproduction nahezu auf das Vierfache der normalen Production gesteigert sein müssen, d. h., wenn wir die normale Wärmeproduction zu 1,4 Cal. in der Minute veranschlagen (vergl. Artikel II, S. 595), so hätten statt der normalen 28 Cal. während dieser Zeit 106 Cal. producirt werden müssen. Der Ueberschuss über die normale Production, welcher 78 Cal. betragen würde, wäre ausreichend, um meine Körpertemperatur (Körpergewicht 53 Kgr.) gleichmässig um 1,8° C. zu erhöhen. — Wollten wir aber die Voraussetzung machen, dass die Steigerung der Production nur die Kohlensäure, nicht aber die übrigen Endproducte des Stoffwechsels betroffen habe — eine Voraussetzung, die unmöglich richtig sein kann, die aber insofern zweckmässig erscheint, als wir dann von allen unbekannten Grössen absehen können und gewiss für die Steigerung der Wärmeproduction einen beträchtlich zu niedrigen Werth erhalten —: so wären während der Dauer der forcirten Respirationsbewegungen 14,4 Litres oder 28 Grm. Kohlensäure mehr producirt worden als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Diese 28 Grm. Kohlensäure entsprechen 7,6 Grm. Kohlenstoff, aus dessen Verbrennung (7,6 . 8,08) = 61 Cal.[2]) hervorgegangen sein müssten, d. h. eine

---

1) Vierordt, Grundriss der Physiologie des Menschen. Tübingen 1861. S. 146.

2) In der Rechnung ist die Verbrennungswärme des reinen Kohlenstoffes benutzt worden; bei der obigen Voraussetzung müsste selbst-

Wärmemenge, welche ausreichen würde, die Temperatur des ganzen Körpers gleichmässig um 1,4° zu steigern. Da nun — abgesehen von dem später zu erörternden Verluste durch das vermehrte Ein- und Ausströmen der Luft — kein Grund vorhanden ist anzunehmen, dass während der Dauer des Versuches der Wärmeverlust auf das Drei- oder Vierfache des normal stattfindenden Verlustes gesteigert worden sei, so liefert die Thatsache, dass eine Steigerung der Körpertemperatur in Folge der forcirten Respirationsbewegungen nicht zu bemerken war, den Beweis, dass die Kohlensäureproduction nicht in der Weise, wie Vierordt es voraussetzt, von der Frequenz der Respirationsbewegungen abhängig ist.

Aus dem 27. Versuche würde sich, wenn wir in analoger Weise nach beiden oben ausgeführten Annahmen die Rechnung anstellen, als Folge der Vierordt'schen Voraussetzung eine Steigerung der Wärmeproduction ergeben, welche ausreichen würde, um die Körpertemperatur (Körpergewicht 69,5 Kgr.) gleichmässig um 2,0° oder um 1,6° zu steigern. — Die Berechnung der beiden anderen Versuche ergiebt weniger grosse Zahlen. Im 25. Versuche hätte eine Steigerung der Körpertemperatur um 1,5—1,2°, im 24. eine Steigerung um ungefähr 0,4° stattfinden müssen. Aber selbst die letztere Steigerung würde wohl zu beträchtlich sein, als dass sie einem einigermaassen sorgfältigen Beobachter hätte entgehen können.

Es ist noch übrig, mit einigen Worten die Steigerung des Wärmeverlustes zu erwähnen, welche während des ungewöhnlich frequenten Athmens durch das vermehrte Ein- und Ausströmen von Luft herbeigeführt wird. Diese Vermehrung des Wärmeverlustes auch nur annähernd zu berechnen, ist nicht möglich. Aber wir sind im Stande, eine Grenze festzustellen, welche unter keinen Umständen überschritten werden kann. Wir setzen zu dem Ende alle nicht genau bekannten Verhältnisse so voraus, dass der Wärmeverlust möglichst gross sich ergiebt.

---

verständlich dieser Werth eigentlich um ein Beträchtliches grösser angenommen werden.

Nehmen wir für den 26. Versuch an, alle eingeathmete Luft sei innerhalb der Respirationsorgane bis zur Temperatur des Körpers erwärmt worden. Dann wären 653 Litres Luft von 23,5—36,7° erwärmt worden, während unter gewöhnlichen Verhältnissen nur etwa 120 Litres diese Erwärmung erlitten haben würden. Um den Ueberschuss von 533 Litres um 13,2° zu erwärmen, würden erforderlich sein $2^{1}/_{2}$ Cal. — Ausserdem aber musste der schnelle Luftwechsel auch dadurch abkühlend wirken, dass die Verdunstung des Wassers innerhalb der Respirationsorgane beträchtlich gesteigert wurde. Da weder der Wassergehalt der inspirirten noch der der exspirirten Luft bestimmt wurde, so können wir die Quantität der Wärme, welche auf diese Weise verloren ging, nicht berechnen. Um aber wenigstens die äusserste Grenze festzustellen, welcher dieser Werth möglicherweise sich nähern könnte, machen wir die Voraussetzung, die eingeathmete Luft sei absolut trocken, die ausgeathmete dagegen vollständig mit Wassergas gesättigt gewesen. Zur vollständigen Sättigung von 533 Litres Luft bei 37° würden etwa 22 Grm. Wasser erforderlich sein, und dessen Verdunstung würde ungefähr 12 Cal. erfordern. Die Steigerung des Wärmeverlustes durch das vermehrte Ein- und Ausströmen von Luft konnte also im äussersten Falle bei dem besprochenen Versuche $14^{1}/_{2}$ Cal. nicht überschreiten. Ziehen wir diese gewiss bei Weitem zu hoch angesetzte Zahl von den als Mehrproduction für diesen Versuch berechneten 78 resp. 61 Cal. ab, so bleibt der Rest noch gross genug, um ein ganz eclatantes Resultat zu ergeben. Entsprechende Ergebnisse würde die gleiche Rechnung für die übrigen Versuche liefern.

Andererseits war in der starken Muskelaction, durch welche die angestrengten Respirationsbewegungen zu Stande kamen, ein Moment gegeben, welches, auch abgesehen von der Vermehrung des Gaswechsels, eine Steigerung der Wärmeproduction hervorrufen musste. Die Grösse dieser Steigerung zu bestimmen, sind wir ganz ausser Stande; höchstens könnten wir Beobachtungen über die Körpertemperatur bei ungefähr gleich starker Action anderer willkürlicher Muskeln zum Vergleich benutzen; und dann würde sich, wie anderweitige Ver-

suche mich vermuthen lassen, vielleicht das Resultat ergeben, dass diese Steigerung der Wärmeproduction zwar verhältnissmässig unbedeutend sei, aber unter Umständen doch bei der Beobachtung des Thermometerstandes bemerkbar werden könne. Dass sie in keinem der Versuche deutlich bemerkt wurde, mag darin begründet sein, dass durch die Vermehrung des Wärmeverlustes in Folge des gesteigerten Luftwechsels eine Compensation bewirkt wurde. Wollte man auf die geringen Veränderungen des Thermometerstandes, die nur zum Theil die Grenzen der Beobachtungsfehler überschreiten, Gewicht legen, so könnte man vielleicht aus den Versuchen entnehmen, dass die Abkühlung durch die Steigerung des Luftwechsels überwiege, dass also die nächste Wirkung einer willkürlichen Steigerung der Frequenz der Respirationsbewegungen eine Herabsetzung der Körpertemperatur sei[1]); doch habe ich schon oben angeführt, dass ein geringes Sinken der Körpertemperatur zu der betreffenden Tageszeit auch unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindet.

Vor einiger Zeit hatte ich Gelegenheit, bei einem 22jährigen, an Hysterie leidenden Mädchen Beobachtungen zu machen, welche mit den Resultaten der mitgetheilten Versuche durchaus übereinstimmten.

Die Kranke, deren ausführliche Krankheits- und Heilungsgeschichte in mannichfacher Beziehung interessant sein würde, an diesem Orte aber füglich übergangen werden kann, befand sich seit dem Juli 1860 mit Unterbrechungen in der hiesigen medicinischen Klinik und wurde im März 1861 vollständig geheilt entlassen. Im Februar 1861 litt sie an wiederholten Anfällen von excessivem „Lufthunger", die anfangs mehrere Stunden anhielten, später sich über einen ganzen Tag ohne Unterbrechung fortsetzten. Während dieser Anfälle betrug die

1) Hunde pflegen im erhitzten Zustande, augenscheinlich um sich abzukühlen, sehr schnell, aber freilich auch nur oberflächlich zu respiriren, und es ist kaum zu bezweifeln, dass durch den gesteigerten Luftwechsel und zwar hauptsächlich durch die gesteigerte Wasserverdunstung der Wärmeverlust nicht unbeträchtlich über die Norm gesteigert wird.

Respirationsfrequenz 40—60—90 Athemzüge in der Minute. Wurde, wie bei den spirometrischen Untersuchungen, das Athmen nur in geringem Grade gehemmt, oder wurde die Kranke genöthigt, aus dem Bette aufzustehen, so erfolgte das heftigste Gefühl des Luftmangels, und die Respiration erreichte, aber freilich nur vorübergehend, eine Frequenz von 120 und selbst 136 Athemzügen in der Minute. Durch Untersuchung der Organe der Respiration und Circulation war die Abwesenheit jeder nachweisbaren Abnormität constatirt worden. — Die genaue Beobachtung der Excursionen des Thorax und des Zwerchfelles liess unzweifelhaft feststellen, dass die Tiefe jeder einzelnen Inspiration die der Norm entsprechende Tiefe übersteige. Da aber gerade dieser Punkt von grösster Wichtigkeit war, so versuchte ich durch Anwendung des Spirometers die Tiefe der Inspirationen genauer zu bestimmen. Bei der grossen Frequenz der Respirationsbewegungen bot diese Bestimmung grosse Schwierigkeiten dar, und es war die häufige Wiederholung der Versuche nöthig. Doch wurde bald so viel mit Sicherheit constatirt, dass selbst bei einer Respirationsfrequenz von 70—80 Athemzügen in der Minute das Volumen der Exspiration 500 Cc. wesentlich übersteige. Nachdem die Kranke schon einige Uebung im Exspiriren in das Spirometer sich erworben hatte, gelang es an einem Tage, als die Respirationsfrequenz nur wenig über 40 Athemzüge in der Minute betrug, mehrmals, die ganze während einer Viertelminute exspirirte Luftmenge in dem Spirometer aufzufangen. Bei diesen Versuchen ergeben sich folgende Resultate:

Zahl der Athemzüge in ¼ Minute.	Volumen der exspirirten Luft.
11	5700 Cc.
11	5200 -
11	5600 -
10	5500 -
10	5100 -

In einer Minute erfolgten also durchschnittlich 42,4 Athemzüge, und mit jeder Exspiration wurden 511 Cc. Luft ausgeathmet. Dabei waren aber augenscheinlich wegen des mit dem Exspiriren in das Spirometer verbundenen Widerstandes

die Excursionen des Thorax und des Zwerchfelles geringer als beim freien Athmen; auch genügte der Kranken das auf diese Weise ein- und ausgeathmete Luftquantum bei Weitem nicht, so dass durch jeden Versuch das Gefühl des Luftmangels hervorgerufen und unmittelbar nachher für einige Zeit die Respirationsfrequenz auf 80, 100 und selbst 120 Athemzüge in der Minute gesteigert wurde.

Seitdem auf diese Weise sicher gestellt wurde, dass selbst bei sehr frequenter Respiration das jeder einzelnen In- und Exspiration entsprechende Luftvolumen mindestens die Norm erreiche, wurde es von dem höchsten Interesse, die Körpertemperatur der Kranken zu untersuchen, nachdem während längerer Zeit diese heftigen Respirationsbewegungen bestanden hatten. Unter Voraussetzung der Vierordt'schen Annahme über die Abhängigkeit der Kohlensäureproduction von der Frequenz der Respirationsbewegungen hätte, wenn der Wärmeverlust nicht gesteigert war, bei dieser Kranken eine enorme Steigerung der Körpertemperatur erwartet werden müssen. Nehmen wir für die Minute nur 48 Athemzüge von normaler Tiefe an und lassen diese Frequenz nur eine Stunde lang bestehen, so hätte nach jener Voraussetzung die Wärmeproduction um 158 bis 128 Cal., die Körpertemperatur aber, wenn die Verluste gleich blieben, um 3,6—2,9° die Norm übersteigen müssen (das Körpergewicht betrug 53 Kgr.). Würde aber, wie es in diesem Falle geschah, die gleiche Frequenz der Respiration während mehrerer Stunden oder während eines ganzen Tages fortdauern, so hätte die Körpertemperatur noch höhere Grade erreichen müssen, bis endlich in Folge der beträchtlichen Steigerung der Hauttemperatur der Wärmeverlust der gleichzeitig stattfindenden Production gleich geworden und dann bei einem die Norm weit übersteigenden Temperaturgrade ein stationärer Zustand eingetreten wäre. Gleichzeitig aber würde in Folge der excessiv gesteigerten Oxydationsprocesse eine rapide Consumption der Körpersubstanz haben stattfinden müssen.

Ich habe mehrere Male bei dieser Kranken Temperaturbestimmungen angestellt, und zwar jedes Mal, nachdem während mehrerer Stunden die Steigerung der Respirationsfrequenz in

gleichem Grade fortgedauert hatte. Vor der ersten Temperaturbestimmung hatte ich mich länger als zwei Stunden, vor jeder der beiden folgenden Bestimmungen länger als eine Stunde im Zimmer der Kranken aufgehalten und ihre Respiration beobachtet. Die Resultate waren folgende:

Zeit.	Pulsfrequenz.	Respirations-frequenz.	Temperatur der Achselhöhle.
25. Febr., Morg. 10¾ U.	84	72—74	37,02
25. Febr., Abends 5¼ U.	74	40	36,60
26. Febr., Abends 6¾ U.	78	82	37,00

Die Temperatur verhielt sich also durchaus normal oder war sogar, wenn man die heftige mit der forcirten Respiration verbundene Muskelaction berücksichtigt, abnorm niedrig, und es liegt für diesen Fall sehr nahe, den verhältnissmässig niedrigen Stand der Temperatur von der Abkühlung herzuleiten, welche durch die Vermehrung des Luftwechsels in den Respirationsorganen bewirkt wurde. Die Grenze, welche diese Abkühlung unter keinen Umständen überschreiten konnte, lässt sich in der früher ausgeführten Weise feststellen; und dass, abgesehen von dieser Abkühlung, bei einer Kranken mit nicht gesteigerter Hauttemperatur, welche im wohlgeheizten Zimmer anhaltend im Bette lag, kein anderweitiger Grund vorhanden ist, einen abnorm grossen Wärmeverlust vorauszusetzen, bedarf keiner Auseinandersetzung.

Somit liefert auch dieser Fall[1]) den Beweis, dass durch Steigerung der Frequenz der Respirationsbewegungen bei normaler oder vermehrter Tiefe die Körpertemperatur keine bemerkbare Steigerung erleidet.

Fassen wir das Resultat der Versuche und Beobachtungen zusammen, so ergeben sich folgende Sätze:

---

1) Aehnliche Zustände wie der beschriebene kommen übrigens bei hysterischen Kranken keineswegs selten vor und sind dem Praktiker unter dem Namen des Asthma hystericum oder der Apnoea uterina wohlbekannt. In keinem der bisher von mir beobachteten Fälle habe ich während dieses Zustandes eine Steigerung der Körpertemperatur bemerkt; doch habe ich freilich nur in dem einen eben mitgetheilten Falle die Temperaturbestimmung mittelst des Thermometers ausgeführt.

1) Steigerung der Frequenz der Respirationsbewegungen hat keine wesentliche Steigerung der Wärmeproduction zur Folge.

2) Das von Vierordt aus seinen Versuchen über die Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Frequenz der Respirationsbewegungen abstrahirte Gesetz bezieht sich nur auf den respiratorischen Gaswechsel; es gilt nur für kurze Zeiträume und hat keine Gültigkeit in Betreff der Kohlensäureproduction.

3) Die Thatsache der Regulirung der Wärmeproduction nach dem Wärmeverluste lässt sich nicht in der Weise erklären, dass man als nächste Wirkung verstärkter Wärmeentziehung von der äusseren Haut aus eine Steigerung der Respirationsbewegungen voraussetzt und aus dieser die Steigerung der Wärmeproduction ableitet.

Beiträge zur Haemodynamik.

Von

Dr. Heinrich Jacobson.

(Hierzu Taf. XVII.)

IV. Ueber die Bewegung einer Flüssigkeit in ungleich weiten Röhren.

Die Veränderungen des Seitendrucks bei plötzlicher Verengerung oder Erweiterung der Strombahn sind häufig von Physiologen und Aerzten discutirt, aber bisher nicht durch genaue Beobachtungen festgestellt worden. Volkmann hat zwar in seiner Haemodynamik eine Reihe von Versuchen darüber mitgetheilt. Dieselben lassen jedoch weder die Erscheinung in ihrer einfachsten Form erkennen, da sie sich auf eine Verbindung dreier Bahnen von verschiedenem Durchmesser beziehen,

noch enthalten sie Messungen des Drucks gerade an den Stellen, an denen die unstetigen Geschwindigkeitsänderungen eintreten. Welche Verhältnisse hier stattfinden, glaubte Volkmann aus seinen an entfernteren Querschnitten gefundenen Druckwerthen nach der Gerstner'schen Formel berechnen zu können, und gelangte so zu dem Resultate, dass an der Uebergangsstelle von einer engeren in eine weitere Röhre der Druck am Ende der ersteren geringer sei als am Anfang der letzteren: eine Erscheinung, die er mit dem wohl nicht glücklich gewählten Namen: „negative Stauung" bezeichnete und zur Erklärung der auffallenden Versuche benutzte, die an der Arteria cruralis einen höheren Druck als an der Carotis ergeben hatten. Da ich bereits früher nachgewiesen habe, dass die von Gerstner aufgestellte Formel, die auch in die neuesten Lehrbücher der Physiologie Eingang gefunden, unrichtig ist, dürfte es überflüssig sein, sowohl auf Volkmann's Ableitungen aus derselben als auf die Polemik mit Donders näher einzugehen, der von denselben irrthümlichen Voraussetzungen ausging und keine neuen Beobachtungen hinzufügte.

Eine exacte Untersuchung des Gegenstandes ist, abgesehen von ihrer Wichtigkeit für die Mechanik des Kreislaufes, auch von pathologischem Interesse, wie die neuesten Arbeiten über die Ursache der Geräusche in den Arterien und Venen gezeigt haben.

Betrachten wir zuvörderst die plötzliche Verengerung der Strombahn. Die Flüssigkeit strömt aus einem Reservoir, in dem constantes Niveau erhalten wird, durch eine weitere Messingröhre, deren Länge 967,2 Mm., Durchmesser 5,108 Mm. in eine engere, deren Länge 620,4 Mm., Durchmesser 2,866 Mm. Um den Druck in unmittelbarster Nähe vor und hinter der Verengerung an mehreren Querschnitten messen zu können, fügte ich die beiden Röhren in folgender Art aneinander.

Auf jedes der beiden zu vereinigenden Enden ist ein Conus *ABCD* (Fig. I.) mit dem Stücke *EFGH* aufgelöthet, auf ihn ein zweiter Conus *IKLM* aufgeschliffen und auf diesen

wieder das äussere Stück *N*, das den vorstehenden Ansatz *O* mit den 3 Schrauben α, β, γ (s. Fig. III.) trägt. Die drei Stücke sind von beiden Seiten genau abgedreht und ausserdem noch die untere Seite, die auf der entsprechenden des anderen Röhrenendes wasserdicht schliessen muss, plan geschliffen. In der oberen Hälfte des Conus *ABCD* sind 4 verticale, in der des Conus *IKLM* 4 horizontale Bohrkanäle angebracht, die mit dem in *P* befindlichen Manometer in Communication gesetzt werden können. Die Figur zeigt einen Versuch, in welchem der Druck in dem der Verengerung der Bahn zunächst liegenden Querschnitte bestimmt wird. Kanal (1) ist von derselben auf beiden Seiten nur 2,7 Mm. entfernt (eine grössere Annäherung ist mechanisch kaum erreichbar), während die übrigen Kanäle 2, 3, 4 von 1 und von einander um das Doppelte, 5,4 Mm. abstehen. Sie alle münden mit sehr engen Oeffnungen in die Röhre.

Das Stück *R* (Fig. II.) passt genau auf das Viereck *EFGH* und ist mit zwei Schrauben $\delta\delta$ an *N* befestigt. Dadurch ist es möglich, den mittleren Conus zu drehen und bei jeder Viertel-Drehung einen seiner Kanäle mit dem zugehörigen im Conus *ABCD* in Verbindung zu bringen. Dies geschieht, da eine Handhabe des beschränkten Raumes wegen nicht zulässig ist, mittels eines flachen Stahls mit 2 Zapfen, der als Schlüssel dient und in die Löcher (x) (Fig. III.) eingreift.

Ausserdem wurde der Druck in unmittelbarer Nähe der Einflussöffnung aus dem Reservoir und an mehreren Stellen im Verlaufe beider Röhren gemessen, deren Dimensionen ich übrigens — wie sich aus einem Vergleiche mit meinen früheren Versuchen ergiebt — so gewählt hatte, dass sie — wenn überhaupt Poiseuille's Gesetz auch für diesen Fall gelten sollte — bei den mässigen Druckhöhen und Temperaturen, die ich anwandte, innerhalb der Grenze desselben liegen mussten. Die übrige Anordnung des Apparats war dieselbe wie in Beitrag I. und III.

Die Druckcurven, wie sie mir zahlreiche Versuche übereinstimmend ergaben, zeigt Fig. IV. Auf der Abscissenaxe sind die Entfernungen von der Einflussöffnung, in denen die Mano-

meterstände gemessen wurden, mit *a*, *b* ... *m* bezeichnet. In der Mitte zwischen *e* und *f* befindet sich die Uebergangsstelle aus der engeren in die weitere Röhre; *e* entspricht einer 2,7 Mm. vor, *f* einer 18 Mm. hinter derselben liegenden Stelle; *a* liegt 1,5 Mm. hinter der Einflussöffnung am Reservoir. —

Die Druckcurve innerhalb des Intervalls, das sich 18 Mm. vor und eben so weit hinter die Uebergangsstelle erstreckt, also *ef* einschliesst, zeigt Fig. V. Wie in Fig. IV. sind hier beispielsweise einige Beobachtungen bei verschiedenen Druckhöhen im Reservoir dargestellt. Die Ordinaten geben die Drucke an 8 Querschnitten, die gleich weit von einander abstehen und wie die Kanäle (Fig. I.), die zu ihnen führen, mit 1) bis 4) bezeichnet sind. *e* und *f* sind die der Druckcurve (Fig. IV.) entsprechenden Stellen.

Vor der Verengerung der Bahn bleibt — wie man sieht — in diesem Intervall der Druck constant. Dann tritt plötzlich an der Uebergangsstelle eine sehr bedeutende Erniedrigung desselben ein, die an der zunächst liegenden Strecke hinter derselben sich noch in geringem Grade markirt.

Die speciellere Untersuchung dieser Verhältnisse und die Mittheilung der ihnen zu Grunde liegenden Beobachtungen lasse ich der Uebersichtlichkeit wegen später folgen. Es sei hier vorläufig nur als wesentlichstes Resultat derselben erwähnt, dass mit Ausnahme des beschriebenen Intervalls Poiseuille's Gesetz für die Strömung in beiden Röhren gilt.

Gehen wir nun zu dem zweiten Falle, einer plötzlichen Erweiterung der Strombahn über, indem wir die engere Röhre mit dem Reservoir in Verbindung setzen, also die Strömung von *m* nach *a* gehen lassen, so zeigt sich folgende auffallende Erscheinung: Innerhalb des ganzen Verlaufes der weiteren Röhre ist jetzt — wenn überhaupt ein positiver Druck, keine Aspiration vorhanden ist — derselbe so gering, dass er innerhalb der Wanddicke der Röhre liegt, also kaum 2 Mm. beträgt. Ich konnte die auf derselben befindlichen Manometer von der Erweiterungsstelle an bis zum Ende entfernen, ohne dass ein Tropfen

Flüssigkeit aus den Oeffnungen emporstieg, und zwar bei Anwendung der grössten Niveauhöhen, die der Apparat zuliess (c. 900 Mm.), ja selbst noch bei Verengung der Ausflussöffnung um mehr als ein Drittheil ihres Durchmessers. — In der engeren Röhre ist die Druckcurve nahezu eine gerade Linie, die so gegen die Axe derselben geneigt ist, als ob der Ausfluss aus ihr in die Luft stattfände, keine weitere Röhre mehr vorhanden wäre. Der Druck ist also schon in dem obigen, jetzt vor der Uebergangsstelle liegenden Intervall (*f*) 4 bis 1 (Fg. V.) nahe = 0. — Die Geschwindigkeit der Strömung ist in diesem Falle erheblich geringer als bei Verengerung der Bahn; aber der Strahl hat nicht etwa das trübe Aussehen wie bei Ansatzröhren, sondern bildet eine klare, durchsichtige Parabel, und der Ausfluss geschieht continuirlich, nicht stossweise.

Die Erscheinung ist also in diesem Falle eine durchaus andere, als sie Volkmann unter dem Namen „negative Stauung" beschrieben, und Donders und Fick a priori angenommen haben. Der Schluss, den sie aus dem Principe der Erhaltung der lebendigen Kraft gezogen: dass eine Verminderung der Geschwindigkeit von einer Druckerhöhung begleitet sein müsse, ist nur da gerechtfertigt, wo ausser dem durch die innere Reibung der Flüssigkeit bedingten kein anderer Verlust an lebendiger Kraft stattfindet, wie z. B. bei allmähliger Erweiterung der Strombahn. Ein solcher ist aber immer vorhanden, wenn — wie in unserem Falle — eine plötzliche Umsetzung einer grösseren Geschwindigkeit in eine geringere stattfindet.

Eine genauere Analyse der beiden hier beschriebenen Vorgänge setzt die Kenntniss der Theorie voraus, die Neumann[1]) für die Strömung in einer gleich weiten Bahn entwickelt hat. Wenn ich hier eine Ableitung der Relation zwischen der Niveauhöhe, der mittleren Ausflussgeschwindigkeit und dem Druck am Anfang der Röhre in einer anderen Form vorausschicke, um aus ihr weitere Folgerungen für die vorliegenden Fälle zu

1) In Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv, 1861, S. 320 von mir mitgetheilt.

ziehen, so geschieht es, weil dieselbe mir einen leichteren Uebergang zu den in der Haemodynamik und Hydraulik gebräuchlichen Vorstellungen zu gestatten und daher dem allgemeinen Verständniss zugänglicher zu sein scheint.

Es sei

h die constante Druckhöhe im Reservoir,

ϱ der Röhrenhalbmesser,

r der variable Radius eines concentrischen Wassercylinders im Inneren der Röhre,

u die Geschwindigkeit eines Wassertheilchens auf diesem Cylinder,

c die mittlere Geschwindigkeit im Röhrenquerschnitte,

l die Länge der Röhre,

η der Reibungscoëfficient,

p° und p die Drucküberschüsse über den Atmosphären-Druck an der Einmündungsstelle und an einer beliebigen Stelle der Röhre,

μ die im Zeitelement in Bewegung befindliche Masse,

T die lebendige Kraft im Röhrenquerschnitt,

D die Dichtigkeit des Wassers.

Dann ist nach Poiseuille's Gesetz

$$1)\ p^\circ = \frac{8\,\eta l c}{\varrho^2} \qquad 2)\ u = 2c\left(1 - \frac{r^2}{\varrho^2}\right)$$

und hieraus 3) $T = \frac{1}{2}\int u^2 \partial\mu = c^2\mu$.

Es ist nun nach einem allgemeinen Principe der Mechanik „der in einem Zeitelemente in jedem Theile der bewegten Flüssigkeitsmasse entstehende Gewinn oder Verlust an lebendiger Kraft gleich der in derselben Zeit geleisteten Arbeit, welche erstens von den auf die freie Oberfläche dieser Masse wirkenden Druckkräften, zweitens von den äusseren Kräften (hier der Schwere), drittens von den inneren Kräften (hier der Reibung) herrührt."

Ist ein stationärer Zustand eingetreten, so kann man bekanntlich den Gewinn oder Verlust an lebendiger Kraft der betrachteten Masse gleichsetzen dem Unterschiede der an ihren beiden freien Grenzschichten thätigen lebendigen Kräfte. Nennt man dieselben T und T°, P und P° die daselbst statt-

findenden Drucke, A und I die Arbeit der äusseren und inneren Kräfte, so ist demnach

$$4)\ T - T^{\circ} = \frac{P^{\circ} - P}{D}\mu + A + I.$$

Man betrachte zuerst den Theil der Wassermasse, der vom Niveau des Reservoirs und einem beliebigen Querschnitt der darin einmündenden, horizontalen Röhre begrenzt ist. Dann ist T° verschwindend klein, $A = \mu g h$, P° = Atmosphärendruck, $P = p + P^{\circ}$, also geht 4) über in

$$5)\ T = \frac{-p\mu}{D} + \mu g h + I.$$

Ferner betrachte man den Theil, der von der Einmündungsstelle bis zu demselben Querschnitt der Röhre heranreicht, so wird in 4) $T = T^{\circ}$, $P^{\circ} - P = p^{\circ} - p$, $A = 0$ zu setzen sein und I denselben Werth haben wie in 5), weil die inneren Kräfte nur in der Röhre wirken; folglich

$$6)\ 0 = \frac{p^{\circ} - p}{D}\mu + I.$$

Zieht man hieraus den Werth von I und substituirt ihn in 5), so entsteht

$$\frac{T}{\mu g} = h - \frac{p^{\circ}}{gD}$$

und wenn h_0 den Manometerstand an der Einmündungsstelle der Röhre bezeichnet, d. h. also,

$$7)\ \frac{p^{\circ}}{gD} = h_0$$

gesetzt wird, so folgt:

$$8)\ \frac{T}{\mu g} = h - h_0.$$

Diese Relation stimmt mit der von Neumann entwickelten vollständig überein. Substituirt man nämlich in dieselbe die Werthe aus 1) und 3), so wird

$$h = c^2 + \frac{8\eta l}{D\varrho^2}c.$$

Es scheint mir nicht überflüssig, diese einfache Gleichung noch in Worten auszusprechen, da sich in der neuesten Arbeit

über diesen Gegenstand von Hagenbach [1]) eine irrige Auffassung derselben vorfindet. Sie lautet, wenn man h_0 Widerstandshöhe nennen will:

„Die Differenz zwischen Druckhöhe und Widerstandshöhe ist gleich dem Quotienten aus der lebendigen Kraft durch das Gewicht der in Bewegung befindlichen Masse."

Hieraus geht hervor, dass es ganz der Theorie gemäss ist, bei der Bestimmung von η aus der Formel 1) nicht die Druckhöhe, sondern die um $\frac{T}{\mu g}$ verminderte Druckhöhe, d. h. die Widerstandshöhe einzuführen. Es ist daher zunächst nicht auffallend, wenn Hagenbach aus Poiseuille's Versuchen abweichende Werthe für η gefunden hat, nachdem er die Druckhöhe (h) selbst in 1) eingeführt. Er hat aber ferner ohne weitere Begründung $h_0 = h - h'$ gesetzt und h' Geschwindigkeitshöhe genannt, welche er dadurch bestimmt, dass er die zu h' zugehörige Geschwindigkeit $\sqrt{2gh'}$ im Querschnitt gleichmässig vertheilt und die dieser Vertheilung entsprechende lebendige Kraft gleich der wirklich vorhandenen setzt. Dass er mit dieser Grösse h' unser im obigen Satze enthaltenes $\frac{T}{\mu g}$ nicht erhält ist klar. Er setzt nämlich die in der Secunde in Bewegung befindliche Masse, der Geschwindigkeitshöhe entsprechend, $= D\varrho^2\pi\sqrt{2gh'}$, während sie wirklich $D\varrho^2\pi c$ ist, was er bei allen seinen übrigen Formeln stillschweigend voraussetzt. In Folge dessen werden alle seine Formeln fehlerhaft, und es ist daher ferner nicht wunderbar, wenn auch nach Einführung von h' keine Uebereinstimmung mit Poiseuille's Versuchen zu erzielen war. — Er sagt S. 403:

„Die Geschwindigkeitshöhe sei h'; sie kann in der Zeiteinheit einer Flüssigkeitsmenge $D\varrho^2\pi\sqrt{2gh'}$ die Geschwindigkeit $\sqrt{2gh'}$ ertheilen, und somit ist die lebendige Kraft, welche die Höhe h' liefern kann, $= D\varrho^2\pi\sqrt{2gh'^3}$."

Dieser Satz müsste doch lauten: „Wenn die Geschwindig-

1) Poggendorff's Annalen, 1860.

keitshöhe jener Masse die Geschwindigkeit $\sqrt{2gh'}$ ertheilt, so hat die lebendige Kraft den angegebenen Werth"; denn mit derselben Geschwindigkeit würde z. B. an der contrahirten Stelle die Masse $\gamma D\varrho^2\pi\sqrt{2gh'}$ in Bewegung gesetzt werden, wenn γ der Contractions-Coëfficient ist, und dann wäre doch die lebendige Kraft eine andere. Berücksichtigt man dies, so fällt die Schlussfolgerung S. 407, wo es heisst:

„Die Menge der lebendigen Kraft, welche die Druckhöhe h' bei dem Querschnitte $\varrho^2\pi$ liefert, hat einen ganz bestimmten Werth, ohne von der mittleren Geschwindigkeit abzuhängen."

Dies würde nur in dem in der Wirklichkeit niemals eintretenden Falle stattfinden, wo das Torricelli'sche Gesetz genau richtig ist, und es ist demnach die an dieser Stelle von Hagenbach gegebene Correctur der Hagen'schen Formel unbegründet. Hätte er seine Hypothese richtig verfolgt, „dass man die seiner Geschwindigkeitshöhe entsprechende Geschwindigkeit gleichmässig auf dem Querschnitte vertheilen kann", d. h. die wirklich in Bewegung befindliche Masse zur Berechnung der lebendigen Kraft genommen, so hätte sich in der Formel S. 404 zur Bestimmung der Ausflussquantitäten für kurze Ansatzröhren nicht $\frac{1}{\sqrt[3]{2}}$, sondern $\frac{1}{\sqrt{2}}$ als Ausflusscoefficient ergeben, der bekanntlich nur für den Ausfluss aus Oeffnungen in dünner Wand gilt. Dass $\frac{1}{\sqrt[3]{2}} = 0,79$ den bisher gefundenen Coefficienten ziemlich die Mitte hält, ist also ein Zufall.

Kehren wir nun zu unserer Gleichung 6) zurück, so sehen wir, dass sie zur Bestimmung des Druckes p^0 führt, wie ihn Poiseuille's Gesetz lehrt. Man darf sie nur statt auf den ganzen Querschnitt auf einen beliebigen, ringförmigen Theil desselben beziehen. Nennt man nämlich $\partial\mu$ die durch die Ringfläche gehende Wassermasse und setzt hierfür die Arbeit der inneren Kräfte ∂I, so geht 6) über in

$$9)\quad \frac{p_0 - p}{D}\partial\mu + \partial I = 0,$$

und diese Gleichung auf die ganze Röhrenlänge bis $p=0$ ausgedehnt und für ∂I seinen bekannten Werth

$$10)\ \partial I = \frac{\eta}{D}\frac{1}{r}\frac{d\frac{r\partial u}{\partial r}}{\partial r}\, l\partial\mu$$

substituirt, giebt die bekannte Differential-Gleichung:

$$\frac{-p_0}{l} = \frac{\eta}{r}\frac{d\frac{r\partial u}{\partial r}}{\partial r}$$

die durch Integration zum Poiseuille'schen Gesetz führt.

Wendet man Gleichung 10) hingegen nur für eine Strecke (x) der Röhre an, so giebt sie

$$\frac{-p_0-p}{x} = \frac{\eta}{r}\frac{d\frac{r\partial u}{\partial r}}{\partial r} = \frac{-p_0}{l} \text{ oder}$$

$$11)\ p = \frac{p_0(l-x)}{l}.$$

I. Verengerung der Strombahn.

Der Uebergang von der soeben entwickelten Theorie zu der für den vorliegenden Fall bietet keine Schwierigkeiten dar. Die l, c ϱ etc. entsprechenden Grössen für die zweite, engere Röhre nennen wir l', c', ϱ' etc.

Da die Gleichungen 5) und 6) für jedes Stück der ersten Röhre gelten, so bleiben sie auch jetzt bis nahe an die Vereinigungsstelle für den ganzen Verlauf der weiteren Röhre bestehen, wenn man nur für p den Druck setzt, der an ihrem Ende stattfindet. Dieser Druck, der oben bei nur einer Röhre $=0$ war, sei $=p_1$, so ist

$$T = \frac{-p_1\mu}{D} + \mu g h + I,$$

$$0 = \frac{(p_0-p_1)\mu}{D} + I,$$

woraus nach Elimination von I, wodurch auch p_1 herausgeht, und nach Einführung des Manometerstandes wie in 7), wieder die frühere Grundgleichung entsteht:

$$\text{I.)} \quad \frac{T}{\mu g} = h - h_0.$$

Auf die zweite der vorstehenden Gleichungen kann man ein ähnliches Verfahren anwenden, wie unter 9) und 10), wenn man nur überall statt p_0 $p_0 - p_1$ substituirt. Dann wird

$$-\frac{p_0 - p_1}{l} = \frac{\eta}{r} \frac{d\frac{r\partial u}{\partial r}}{\partial r}$$

und durch Integration

$$p_0 - p_1 = \frac{8\eta c l}{\varrho^2}$$

oder durch Einführung des Manometerstandes $h^1 = \frac{p_1}{\mu D}$

$$\text{II.)} \quad h_0 - h_1 = \frac{8\eta c l}{\varrho^2 g D}.$$

Hierzu kommt die Bedingung

$$\text{III.)} \quad \varrho^2 \pi c = \varrho^{1^2} \pi c^1.$$

Betrachten wir nun in der engeren Röhre zunächst das sehr kleine Stück von ihrem Beginne bis etwa zu derjenigen Stelle, an welcher der Strahl contrahirt ist. Da hier Wirbel entstehen, so gilt für diese Strecke Poiseuille's Gesetz nicht; aber sie ist so kurz, dass — selbst wenn ein Reibungswiderstand auf derselben vorhanden ist — er vernachlässigt werden kann. Bezeichnet man daher mit T_c^1 die lebendige Kraft an der contrahirten Stelle, den an derselben stattfindenden Druck mit p_c^1, so giebt die Anwendung der Gleichung 4) auf diese kurze Strecke, weil $A = 0$, $l = 0$ ist,

$$T_c^1 - T = \frac{(p_1 - p_c^1}{D}$$

oder $\frac{p_c^1}{gD} = h_c^1$ gesetzt

$$\text{IV.)} \quad \frac{T_c^1 - T}{g\mu} = h_1 - h_c^1.$$

Um T_c^1 zu berechnen, muss man in Erwägung ziehn, dass, wie gering die Contraction auch sein mag (sie verringert sich bekanntlich, wenn das Wasser mit Geschwindigkeit vor die Verengerung tritt) ein Anlegen an die Röhrenwand nicht statt-

findet, mithin auch eine von der Mitte des Querschnitts nach Null hin abnehmende Geschwindigkeit nicht vorausgesetzt werden kann. Man wird daher von der Wahrheit nicht weit abweichen, wenn man im contrahirten Querschnitt eine gleichförmige Geschwindigkeit c_1 annimmt und daher

$$T^1_c = \frac{c_1^2 u}{2}$$

setzt; da nun, wenn γ^1 der Contractions-Coefficient —

$$\gamma^1 c_1 \varrho^{12} \pi = c^1 \varrho^{12} \pi,$$

also $c_1 = \frac{c^1}{\gamma^1}$, so

$$\text{V.)}\ T^1_c = \frac{{c^1}^2 \mu}{2 \gamma^{1^2}}$$

Ehe die Geschwindigkeit wieder in die Poiseuille's Gesetz gemässe c^1 übergeht, welche analog mit 3) die lebendige Kraft

$$\text{VI.)}\ T^1 = {c^1}^2 \mu$$

giebt, findet noch einmal, wie die Druckcurve (Fig. V.) zeigt, auf eine sehr kurze Strecke eine Erniedrigung des Drucks — wenn auch in weit geringerem Grade — statt, so dass, wenn p^1_0 den Druck, $\frac{p^1_0}{gD} = h^1_0$ die Manometerhöhe an der Stelle bezeichnet, von welcher ab Poiseuille's Gesetz wieder gilt, die mit IV.) analoge Gleichung

$$\text{VII.)}\ \frac{T^1 - T^1_c}{\mu g} = h^1_c - h^1_0$$

auf dieser Strecke gilt. Von hier aus bleibt T^1 auf der weiteren Länge constant, und man erhält wieder durch Anwendung der Gleichung 6) auf die ganze zweite Röhre wie oben:

$$0 = \frac{p^1_0}{D} \mu + I_1$$

$$\text{und VIII.)}\ \frac{p^1_0}{l^1} = \frac{8 \eta c^1}{\varrho^{1^2}}$$

$$\text{oder}\ h^1_0 = \frac{8 \eta c^1 l^1}{\varrho^{1^2} g D}\ \text{etc.}$$

Prüfen wir nun, ob die bisher aus der Anschauung der Druckcurve abgeleiteten theoretischen Resultate durch die Erfahrung bestätigt werden.

1) Aus Tab. I. folgt:
„dass die Differenz zwischen dem Druck an einem beliebigen Querschnitt und der Ausflussöffnung in beiden Strombahnen mit Ausnahme der nächsten Umgebung der Uebergangsstelle eine lineare Function der Entfernung ist."

Für die weitere Röhre ist der Druck an der Ausflussöffnung, d. h. ihrer Uebergangsstelle in die engere (unserer früheren Bezeichnung gemäss h_1) 2 Mm. vor derselben gemessen. Die Manometerstände im Verlauf der beiden Röhren werde ich H_1, H_{11} und H^1, H^{11} nennen, wo die unteren Indices immer der weiteren, die oberen der engeren angehören. Entsprechend nenne ich die Abstände der Manometer von den resp. Ausflussöffnungen L_1 und L^1; sind also l_1 und l^1 die Röhrenlänge, so ist für einen um x_1 von der Einflussöffnung aus dem Reservoir entfernten Querschnitt $L_1 = l_1 - x_1$ und analog für einen um x^1 von der Einflussöffnung aus der weiteren Röhre, d. h. der Uebergangsstelle entfernten Querschnitt der engeren Röhre $L^1 = l^1 - x^1$. — Wie in der Theorie bleibt h_0 überall der unmittelbar an der Einflussstelle aus dem Druckgefäss gemessene Manometerstand, über dessen Bestimmung Beitrag III. zu vergleichen ist; h_0^1 entspricht der Stelle, in deren Nähe die Druckcurve für die engere Röhre eine gerade Linie zu werden anfängt, die also am Ende des (Fig. V.) beschriebenen Intervalls, 18 Mm. hinter der Verengerung liegt. Für sie ist somit der Abstand von der Ausflussöffnung $L_0^1 = 620{,}4 - 18 = 602{,}4$ Mm.

Tab. I.

$L_1 = 726{,}6$ Mm.	485,9	2	$L^1 = 467{,}2$	351,2	467,2	272,8	620,4	467,2
H_1	H_{11}	h_1	H^1	H^{11}	H^1	H^{111}	h_c^1	H^1
388,1	378,1	356,7	146,6	109,7	224,5	132,5	247,1	186,5
362,7	353	342,7	169,6	125,4	210	123,8	235	178,5
347	337,8	318	195,5	142,9	203	120	223	170,5
332,7	323,1	304,2	222,2	163,2	196	116	213,1	164
280,2	271,4	254,4			169,5	101	198,1	153,5
314	303,2	285,3					186,1	144,4
295	286,2	268,7					171,5	135
242,8	235,5	220						
207,8	201,4	187,5						
191,7	184,8	170,9						

Wir erhalten also:

$\frac{L_{I}}{L_{II}} = 1{,}49$	$\frac{L^{I}}{L^{II}} = 1{,}33$	$\frac{L^{I}}{L^{III}} = 1{,}71$	$\frac{L_0^{I}}{L^{I}} = 1{,}29$
$\frac{H_{I} - h_{I}}{H_{II} - h_{I}} = \begin{cases} 1{,}46 \\ 1{,}49 \\ 1{,}47 \\ 1{,}51 \\ 1{,}51 \\ 1{,}49 \\ 1{,}50 \\ 1{,}47 \\ 1{,}50 \end{cases}$	$\frac{H^{I}}{H^{II}} = \begin{cases} 1{,}33 \\ 1{,}35 \\ 1{,}35 \\ 1{,}37 \end{cases}$	$\frac{H^{I}}{H^{III}} = \begin{cases} 1{,}69 \\ 1{,}69 \\ 1{,}69 \\ 1{,}69 \\ 1{,}68 \end{cases}$	$\frac{h_0^{I}}{H^{I}} = \begin{cases} 1{,}32 \\ 1{,}31 \\ 1{,}30 \\ 1{,}30 \\ 1{,}30 \\ 1{,}29 \\ 1{,}27 \end{cases}$

Die Beobachtungen ergeben eine Abweichung, die den kaum zu vermeidenden Schwankungen in den Manometern zuzuschreiben, ist.

2) Aus Tab. II. folgt:

„dass in beiden Strombahnen mit Ausnahme der nächsten Umgebung der Uebergangsstelle Poiseuille's Gesetz gilt."

Wie meine früheren Versuche[1]) lehren, kann auch ausserhalb der Grenze dieses Gesetzes der Druck eine lineare Function der Entfernung sein. Es ist daher noch der Beweis für die Gültigkeit desselben zu liefern.

Um bei den späteren Betrachtungen Wiederholungen zu vermeiden, habe ich in diese Tabelle noch die Niveauhöhe (h) und die Manometerstände innerhalb des 18 Mm. langen Intervalls hinter der Uebergangsstelle h_c^{I}, h_c^{II}, h_c^{III} aufgenommen. h_c^{I} entspricht (f) in Fig. V., d. h. der Stelle der plötzlichen, bedeutenden Druckerniedrigung, an der ich oben eine Contraction des Strahls angenommen habe; die 5,7 Mm. von einander entfernten h_c^{II}, h_c^{III} (in der Fig. 2, 3) zeigen eine zwar weit geringere, aber noch nicht dem Gesetz gemässe Verminderung des Druckes. Dieses gilt erst von h_0^{I} (4) an. — c^{I} ist die mittlere Ausflussgeschwindigkeit aus der engeren Röhre.

Der Druck innerhalb des gleich langen Intervalls vor der Verengerung ist, da die Differenz zwischen den hier gemessenen 4 Manometerständen nicht mehr als $^1/_{360}$ — $^1/_{200}$ betrug, als constant anzusehen, und daher nur der eine Werth (h) hier angegeben.

1) Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv 1860.

Tab. II.

h	h_0	h_1	h_c^1	h_c^{11}	h_c^{111}	h_0^1	c^1
327,8	318,5	285,3	240,7	237	232,4	227,8	852,3 Mm.
309,3	301	268,7	228,6	225	219,4	216,8	812,5
292,3	284,4	254,8	215,8	213	209,3	205,7	778,7
278,4	270,6	241,9	207,5	204,8	200,2	196,5	750,7
258,2	251,7	224,4	194,6	190,9	186,8	182,6	713,6
240,6	234,6	208,7	181,7	178	173,4	171,6	688
220,8	216,2	192,1	167,9	164,2	161,3	158,1	629
216,5	211,6	187,5	164,2	161,4	158,7	155,9	604,7
196,7	194,1	170,9	152,2	149	145,8	143,9	558,6
176,7	173,8	153,4	137,5	134,7	131,9	130,5	510,7
168,1	165,7	146	131,9	129,2	126,4	124,6	497,2
153,8	150,7	132,7	119,9	118,1	115.3	113,5	456,8
138,6	136,9	120,2	109,8	108	106,1	106,1	421,4
409,4	397,2	356,7	292,8	289,7	284,1	278,4	
382,2	371,8	332,7	273	270,6	264,6	259,1	
365,6	355,7	318	263,8	261	253,3	249,9	

Soll Poiseuille's Gesetz in beiden Strombahnen gelten, so muss nach Gleichung II., III. und VIII. sein:

$$\frac{h_0-h_1}{h_0^1} = \frac{\varrho^{1^4} l}{\varrho^4 l^1} = 0{,}1592,$$

da für l^1 nicht die ganze Länge der engeren Röhre, sondern das h_0^1 entsprechende $L_0^1 = 602{,}4$ Mm. zu setzen ist.

In Uebereinstimmung damit erhalte ich aus Tab. II. sowie aus meinen übrigen Versuchen, deren vollständige Mittheilung zu viel Raum erfordern würde:

$$\frac{h_0-h_1}{h_0^1} = \begin{cases} 0{,}1494 \\ 0{,}1439 \\ 0{,}1459 \\ 0{,}1469 \\ 0{,}1510 \\ 0{,}1522 \\ 0{,}1544 \\ 0{,}1608 \\ 0{,}1560 \\ 0{,}1577 \\ 0{,}1592 \\ 0{,}1572 \\ 0{,}1558 \\ 0{,}1629 \\ 0{,}1522 \\ 0{,}1584 \\ 0{,}1457 \\ 0{,}1597 \\ 0{,}1599 \\ 0{,}1509 \\ 0{,}1565 \\ 0{,}1501 \end{cases}$$

Zum Vergleich mit Poiseuille's und meinen Werthen (Beitrag I. u. II.) habe ich überdies die Reibungs-Constante aus einer Reihe von Beobachtungen berechnet. Im Einklang mit denselben ergab sich bei einer Temperatur von 22,2—22,8°C.

aus der weiteren Röhre:	aus der engeren Röhre:
η = 0,0001204 Mm. g	η = 0,0001098 Mm. g
1159	1089
1147	1068
1149	1059
1150	1073
η = 0,0001046 Mm. g	η = 0,0001139 Mm. g
1067	1137
1018	1126
1023	1116
1007	1091
1009	1063
1023	1071

3) Tab. II. spricht ferner für die oben angenommenen theoretischen Voraussetzungen über die Vorgänge an der Uebergangsstelle selbst.

Aus den Gleichungen I. und IV. folgt nämlich:

$$h - (h_0 - h_1) - h_c^1 = \frac{c^{1^2}}{2g\gamma^2}.$$

Berechnet man den Contractions-Coefficienten γ an der Uebergangsstelle aus Tab. II., so findet man:

γ = 0,83
0,83
0,81
0,82
0,84
0,85
0,83
0,81
0,85
0,84
0,86
0,83

Die Beobachtungen von h_c^1 führen also zu einem nahezu constanten Contractions-Coefficienten, der, übereinstimmend mit andern hydraulischen Erfahrungen, grösser ist als der von Newton für Ausfluss durch Oeffnungen in dünner Wand gefundene Coefficient (0,7), da hier das Wasser schon mit Geschwindigkeit vor der Stelle der Verengerung anlangt.

Endlich ist nach den Gleichungen I, IV, VII:

$$\frac{c^{1^2}}{g} = h - (h_0 - h_1) - h^1_0.$$

Die Versuche geben einen zwar nicht ganz constanten, aber so wenig von 1 abweichenden Coefficienten, dass die Differenz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt.

II. Erweiterung der Strombahn.

Es liessen sich leicht die analogen Gleichungen auch für diesen Fall ableiten, wenn meine oben beschriebenen Versuche nicht zeigten, dass hier die der Uebergangsstelle zunächst liegenden Drucke (früher h_1 und h^1_0) schon = 0 sind, was auf keine Weise aus den nach Poiseuille's Gesetz gebildeten Formeln abgeleitet werden kann. Es bliebe demnach nichts weiter übrig, als anzunehmen, dass die Bewegung der Flüssigkeit in der zweiten weiteren Röhre nur unter dem Einflusse der am Ende der ersten erlangten Geschwindigkeit wie in freier Luft stattfinde, und dass die zweite Röhre weiter keinen Effect hervorbringe als den Strahl horizontal zu halten.

Hiergegen sprechen aber wiederum die Beobachtungen in Tab. IV., bei denen ich die Ausflussöffnung verengte. Sie zeigen, dass der Druck stets am Ende der engeren Röhre grösser ist als am Anfang der weiteren.

Es tritt hier also die Nothwendigkeit einer Abänderung des Poiseuille'schen Gesetzes ein, was auch schon aus der Veränderung der Druckcurve hervorgeht, die bei Verengerung der Ausflussöffnung keine gerade Linie bleibt.

Der Verlauf derselben ist in diesem Falle nämlich, wie Tab. IV. zeigt, folgender: Hinter der Erweiterung der Strombahn tritt ein Minimum ein, dem ein Maximum folgt, von welchem aus die Curve nach 0 hin abnimmt. Mit steigender Niveauhöhe im Reservoir sowohl als mit steigender Verengerung der Ausflussöffnung kann man Minimum und Maximum gleichzeitig der Uebergangsstelle der beiden Bahnen näher bringen.

Ob vielleicht schliesslich bei der gehörigen Röhrenlänge diese Curve wieder in eine gerade Linie übergeht, muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Wahrscheinlich wäre auch ohne Verengerung der Ausflussöffnung bei entsprechender Verlängerung der weiteren Röhre, also Erhöhung des Reibungswiderstandes ein positiver Druck in derselben erzeugt worden, da aus Tab. IV. hervorgeht, dass am Anfang der weiteren Röhre der Druck unter 0 sinken muss, sobald man die Ausflussöffnung nicht verengt.

Eine Erklärung dieser eigenthümlichen Verhältnisse erfordert eine weitere Ausdehnung der Versuche, auf die ich vorläufig keine Aussicht habe, da mir die erforderlichen Apparate nicht zu Gebote stehen. Ich beschränke mich daher darauf, meine Beobachtungen hier soweit mitzutheilen, dass sie die Erscheinung wenigstens deutlich erkennen lassen.

Die ersten 5 Beispiele in Tab. III. sollen ein Bild der Druckcurve in der engeren Röhre geben; gegen das Ende derselben und in dem ganzen Verlauf der weiteren ist — da die Ausflussöffnung nicht verengt ist — nirgend ein Seitendruck bemerkbar. Ich benutzte dieselben Röhren wie für Fall I. und brachte nur das Druckgefäss mit der engeren Röhre in Verbindung. Den an 6 Stellen gemessenen Manometerständen H^{I}, H^{II} u. s. w. entsprechen die über denselben vermerkten Abstände von der Uebergangsstelle L^{I}.

Bei den darauf folgenden Beobachtungen, bei denen es mir vorzugsweise auf eine genaue Ermittelung der mittleren Ausflussgeschwindigkeit (c) aus der weiteren Röhre ankam, habe ich nur die ersten 4 Manometer genau ablesen können.

Tab. III.

L^{I} =		504,7	426,3	347,6	269,2	153,2	
h	h_0	H^{I}	H^{II}	H^{III}	H^{IV}	H^{V}	c
466,1	380,3	331,9	284,9	233,7	179,3	108,1	
503,9	410,1	359,1	305,6	251,2	192,2	116,2	
546,7	442,4	388,2	330	264,6	208,6	124,7	
632,9	509,7	449,5	380,8	312,1	240,2	143,6	
658,8	528,6	467	396	325	250,3	149,2	
143,4	124,3	100	84,4	68,7			79,4 Mm.
165,3	141,8	114,5	96,1	77,9			96,2
189,9	159,8	129,5	108,3	88,5			114,8
227,3	183,3	149,4	123,5	99,6			148
243,9	193,4	157,7	130,9	105,6			160,1
271,5	217,4	178	147,5	118,9			168,5
313	252,9	210,2	177	143,9			178,2
332,4	268,1	225.9	190,8	156,7			183,8
352,7	286,6	242	206,1	168,9			187,4
377,7	311,9	263,7	225,9	185,8			193,8
413,5	338,7	290	248,9	206,3			206,5

Ein Seitendruck in der weiteren Röhre zeigte sich erst, als ich ihre Ausflussöffnung beträchtlich verengerte. Dies geschah durch über das Ende derselben hinübergeschobene Messingkapseln, die in ihrer Mitte kreisförmige Oeffnungen hatten. Betrug der Durchmesser derselben die Hälfte des Röhrendurchmessers (5,108 Mm.), so war noch kein Druck bemerkbar; erst bei einer Oeffnung von 2,37 Mm. Durchmesser trat er hervor.

Da ich feststellen wollte, ob hier etwa, wo die Bedingungen des Versuchs ähnlich denen waren, die Volkmann durch Einschaltung der weiteren Bahn zwischen zwei engere eingeführt hatte, der Druck kurz vor der Erweiterung geringer werden könne als unmittelbar hinter derselben, also die sogenannte negative Stauung eintrete, beobachtete ich besonders genau den Druck h_w^1 2 Mm. vor der Erweiterung und h_{w_I}, $h_{w_{II}}$ hinter derselben. Die Bezeichnungen sind analog der für den Fall I. gewählten (Tab. II.), um anzudeuten, dass die Drucke an denselben Stellen gemessen wurden wie dort; h_w liegt also 2 Mm. hinter der Erweiterung; $h_{w_{II}}$, $h_{w_{III}}$ und $h_{w_{IV}}$ jedes um 5,7 Mm. von h_{w_I} entfernt.

Tab. IV.[1])

a) Durchmesser der Ausflussöffnung = 2,374 Mm.

	L^I =	347,6	153,2	2. L_I=	965,2	959,5	953,8	948,1	705,5	480,4
h	h_0	H^{III}	H^V	h_w^I	h_{w_I}	$h_{w_{II}}$	$h_{w_{III}}$	$h_{w_{IV}}$	H_I	H_{II}
689,6	564,1	378,8	225,3	95,9	91,3	99,9	115,6	120,2	108,2	102,3
616,4	495,8	324	198,6	91,4	87	94	105,1	108,2	106,4	99,6
538	422,1	265,9	162,6	82,1	78,7	78,7	79,6	80,5	102,7	97,8
457,8	368,6	229,9	141	71,1	67,7	69,5	69,4	68,6	87,9	83

b) Durchmesser der Ausflussöffnung = 1,773 Mm.

780,5	656,3	472,4	327,7	201	204,1	205	222,6	227,2	216,1	211,1
734,4	619,4	443,9	306,5	193,6	191,8	193,6	204,7	216,7	206,5	202,8
705,8	590,8	425	298,7	189,9	188,1	189,9	206,9	210,2	204,7	198,2
679,5	566,8	401,4.	286,2	188	184,4	186,2	193,6	201	205	200,1
590,1	488,5	340,6	244,2	168,7	164,5	165,4	165,4	166,3	189,4	184,2
506,7	424,4	293,1	209,7	143,9	138,7	138,7	138,7	139,6	158,9	154,9
384,5	332,6	224,9	158,9	104,3	100,5	100,5	100,8	101,4	116,7	116,2
284,4	252,4	168,2	117,5	76,2	72,3	72,5	72,5	72,3	83,4	85,3
242,9	216,4	144,7	99	62,8	58,1	58,4	59	59,3	69,5	71,9

1) H^{III} u. H^V sind an denselben Stellen gemessen wie die gleich bezeichneten in Tab. III. — H_I u. H_{II} Manometerstände im Verlauf der weiteren Röhre.

Der besseren Uebersicht wegen habe ich in diese Tabelle nur h^1_w, den unmittelbar vor der Erweiterung stattfindenden Druck in der engeren Röhre, aufgenommen. Ich habe ihn aber auch an den zunächst liegenden 3 Querschnitten gemessen und mich überzeugt, dass er gegen die Uebergangsstelle hin allmählig abnimmt. Zum Belege dafür mögen nachstehende Beispiele dienen, in denen das über den einzelnen Columnen verzeichnete L^I den Abstand von derselben bezeichnet, und zum Vergleich der unmittelbar hinter der Erweiterung befindliche Druck h_{wI} hinzugefügt ist.

L^I=18,2 Mm.	12,8	7,4	2	
h^{IV}_w	h^{III}_w	h^{II}_w	h^I_w	h_{w_I}
65,5	65,5	64,6	62,9	58,1
109,8	105,3	105,2	105,2	99,6
152,7	145,7	145	144,3	140,5
176,2	173,4	166,1	165,8	162,4
198,3	195,5	188,2	188,4	182,0

Ueber die Ossification des hyalinen Knorpels.

Von

N. Lieberkuehn.

(Hierzu Taf. XVIII. u. XIX.)

In einer Arbeit in Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band 9 S. 147 ff. über die Entwickelung der Knochensubstanz nebst Bemerkungen über den Bau rhachitischer Knochen wird von Heinrich Müller eine Lehre von der Ossification mitgetheilt, welche von der bis dahin allgemein angenommenen in den meisten wesentli-

chen Punkten gänzlich abweicht. Während man es fast allgemein als erwiesen ansah, dass wahre Knochen sowohl aus dem Faserknorpel der Schädelknochen, welcher von Anderen Bindegewebe genannt wird, und dem verknöchernden Gewebe des Periostes, als auch aus hyalinem Knorpel hervorgehen könne, erklärt H. Müller, dass aller Knochen eine bindegewebige Grundlage habe, selbst der scheinbar aus hyalinem Knorpel entstehende, dass hyaliner Knorpel niemals zu Knochen mit lamellösem Bau und strahligen Knochenkörpern sich umwandle. H. Müller's Ansichten sind bereits von mehreren Forschern angenommen und, soviel ich weiss, nur in einer einzigen veröffentlichten Mittheilung bestritten worden, nämlich in der Inauguraldissertation von Aeby, welche in demselben Jahre wie Müller's Aufsatz erschien (Die Symphysis ossium pubis des Menschen nebst Beiträgen zur Lehre vom hyalinen Knorpel und seiner Verknöcherung. 1858.). Aeby erklärt es nach seinen Untersuchungen für erwiesen, dass hyaliner Knorpel zu Knochen werden könne, und hat sich vielfach überzeugt, dass durchaus unversehrte Knorpelkapseln mit Umwandlung ihrer Zellen zu Knochenkörperchen von ächter Knochensubstanz erfüllt werden; er behauptet, dass Müller den ersten fötalen Bildungsstufen nur nebenher seine Aufmerksamkeit zugewandt habe und dass es ihm darum nicht gelungen sei, sich eine bestimmte und klare Anschauung von der Umwandlung der Zellen des Knorpels in diejenigen des Knochens und des fötalen Markes zu verschaffen.

Um H. Müller's Angaben einer Prüfung zu unterwerfen, untersuchte ich zuerst die Verknöcherung der Geweihe und kam zu dem Resultate, dass unzweifelhaft aus hyalinem Knorpel Knochen hervorgehen könne. Eine kurze Darlegung dieser Beobachtungen findet sich in den Monatsberichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Februarheft 1861, vorgetragen von Herrn Reichert. Kölliker, welcher in der dritten Auflage seines Handbuches der Gewebelehre Müller's Ansichten durchweg beigetreten war, verlässt sie in der soeben erschienenen vierten theilweise, und behauptet, dass es nach seinen neueren Erfahrungen bei Thieren Fälle giebt, wo Knor-

pel oder wenigstens ein dem Knorpel so nahestehendes Gewebe, dass es sich von solchem nicht unterscheiden lässt, unmittelbar zu ächtem Knochen mit sternförmigen Zellen wird und zwar bei der Verknöcherung des Rehgeweihes. Reichert bestreitet in einem in der Akademie im März dieses Jahres gehaltenen, noch ungedruckten, mir aber seinem Inhalte nach bekannt gewordenen Vortrage „über das Knorpel- und Knochengewebe im Skelet der Knorpelfische" gleichfalls die Ansichten H. Müller's, erklärt eine Unterscheidung von Verkalkung und Ossification der Bindesubstanzen für völlig unbegründet und stellt die Entstehung ächten Knochens aus hyalinem Knorpel als unzweifelhaft hin. In dem Folgenden lege ich meine Untersuchungen über die Geweihe specieller dar und ausserdem eine Reihe von Beobachtungen, die ich über die Ossification des hyalinen Knorpels beim Menschen, bei verschiedenen Säugethieren und Vögeln angestellt habe.

Die Ansichten H. Müller's sind von ihm selbst in der Einleitung in folgende Sätze zusammengefasst:

„Die ächte, aus lamellöser Grundsubstanz mit strahligen Höhlen und Zellen bestehende Knochenmasse entsteht bei Menschen und Säugethieren überall auf dieselbe Weise; strahlig auswachsende Zellen werden von einer zuerst weichen, aber alsbald sklerosirenden und verkalkenden Grundsubstanz umschlossen.

Dies gilt nicht nur für die secundären Knochen und das periostale Wachsthum der übrigen, sondern auch da, wo der Knochen direct aus Knorpel hervorzugehen scheint, und zwar sowohl bei dem Auftreten der ersten Spuren ächter Knochensubstanz, als bei dem späteren Wachsthum derselben.

Es setzt sich hierbei die ächte Knochensubstanz an die Stelle des Knorpels, indem dessen in der Regel verkalkte Grundsubstanz wieder einschmilzt. Die letztere hat somit hier nur eine provisorische Bedeutung.

Die strahligen Knochenhöhlen insbesondere entstehen nicht durch Verdickungsschichten, welche unter Zurückbleiben von Porenkanälen an die verkalkten Wände der geschlossenen Knorpelhöhlen sich lagern, also durch successive Verengerung

der letzteren, sondern sind von Anfang zackig, nach der Form der von der neugebildeten Grundsubstanz umschlossenen Zellen.

Diese Zellen sind, theilweise wenigstens, für Abkömmlinge der ursprünglichen Knorpelzellen zu halten.

Die Bildung der ächten Knochensubstanz erfolgt theils an der äusseren Oberfläche des Knorpels, theils an seiner inneren, nämlich von den Knorpelkanälen und Markräumen des wachsenden Knochens aus.

Es stellt somit die ganze ächte Knochenmasse das dar, was man jetzt als Bindegewebsknochen zu bezeichnen pflegt. Sie entsteht nicht auf zweierlei Art, theils aus Knorpel, theils aus einer dem Bindegewebe ähnlichen Masse, sondern nur aus letzterer.

Diese Aufstellungen haben auch in den übrigen Wirbelthierclassen eine mindestens sehr ausgedehnte Geltung."

Meine Untersuchungen ergeben hierüber Folgendes:

Die ächte, aus lamellöser Grundsubstanz mit strahligen Höhlen bestehende Knochensubstanz entsteht bei Menschen und Säugethieren nicht überall auf dieselbe Weise, sondern geht sowohl aus hyalinem als auch aus dem häutigen oder Faserknorpel oder der ossificirenden Bindesubstanz des Periostes hervor.

An die Stelle des hyalinen Knorpelgewebes setzt sich niemals andere Knochensubstanz, als die aus ihm hervorgehende. Der ossificirende hyaline Knorpel ist nur ein Bildungsstadium des Knochens.

Der hyaline Knorpel kann verirden, ohne zur Bildung von strahligen Knochenkörpern und Lamellensystemen vorzuschreiten; so kommt er vor unter den Gelenkknorpeln bei Säugethieren u. Vögeln, in verschiedenen Skelettheilen bei Knorpelfischen. Die Grundsubstanz erleidet dabei auffallende Veränderungen.

Die strahligen Knochenkörper der aus hyalinem Knorpel hervorgehenden Knochen entstehen durch Verdickungsschichten, welche unter Zurückbleiben von Porenkanälen an die verirdeten Wände der geschlossenen Knorpelhöhlen sich lagern, also durch successive Verengerung der letztern und durch eine

weiter vorrückende Resorption der Knochensubstanz von den Enden der Porenkanälchen aus.

Die in den Knochenhöhlen eingeschlossenen Zellenreste sind bei den aus hyalinem Knorpel hervorgehenden Knochen stets Reste der Knorpelzellen selbst.

Die Bildung von ächten Knochen kann innerhalb der Havers'schen Kanäle und Markräume auch dann aus einer mit dem ossificirenden periostalen Gewebe übereinstimmenden Substanz hervorgehen, wenn das ursprüngliche Gerüst aus hyalinem Knorpel verknöchert war; so beim Geweih.

Die aus hyalinem Knorpel entstehende Knochensubstanz geht bei Röhrenknochen während des Wachsthums zum grössten Theile unter, indem an ihre Stelle fast durchweg Markräume treten.

Entstehung der Knochenkörper.

Untersucht man den Röhrenknochen einer jungen Fledermaus (*Vespertilio auritus* oder *murinus*) mittels Querschnitte, die man, von dem Epiphysenende beginnend, allmählig nach abwärts rückend anfertigt, so findet man Folgendes: Die oberen Lagen der Knorpelzellen zeigen keine bestimmte Anordnung und erscheinen gleichmässig in der Grundsubstanz vertheilt. Die darunter folgenden sind in Säulen gelagert, die in regelmässigen Entfernungen von einander stehen und nicht, wie sonst gewöhnlich bei den Säugethieren, aus einzelnen Zellen, sondern aus mehreren, vier oder fünf, aufgebaut sind; diese sind zwar auch durch Zwischensubstanz von einander getrennt, dieselbe ist jedoch so unverhältnissmässig fein für jede einzelne Zelle, dass man sie nur noch bei den feinsten Schnitten wahrnehmen kann, ganz im Gegensatz zu der, welche die einzelnen Reihen gegen einander abgrenzt und in so erheblicher Dicke auftritt, dass sie fast den Durchmesser einer Zelle erreicht. Die Grundsubstanz hat hier dasselbe Lichtbrechungsvermögen, wie an den permanenten Knorpeln desselben Thiers und wie man es überhaupt an den Knorpeln sonst findet. Nähert man sich aber noch mehr dem Verknöcherungsrande, so verändert es sich allmählig mehr und mehr und ähnelt dem

der elastischen Scheide der Sehnen, es erscheint auffallend heller und glänzender und die Zellensäulen setzen sich äusserst scharf gegen die in ihnen enthaltenen Knorpelkörper ab; gleichwohl sind die letzteren von derselben Substanz eingeschlossen, aber in weit dünneren Lagen. Verdünnte Säuren verändern ihr Ansehen nur sehr wenig, Essigsäure macht sie dem elastischen Gewebe noch ähnlicher. Man erkennt im frischen Zustande einen scharf contourirten Kern nebst Kernkörper leicht. Bei beginnender Einwirkung von Wasser oder Spiritus schrumpft der Zelleninhalt zusammen und verdeckt die Kerne.

Auf die Idee von der Existenz einer besonderen Kapsel um je eine Zelle, welche von vielen Forschern noch heute festgehalten, von Reichert aber seit Jahren bekämpft ist, kommt man hier nicht. Höchstens könnte man bei der Betrachtung eines Querschnittes an die colossalen sog. Mutterkapseln erinnert werden, welche verschiedene Autoren um Zellengruppen abbilden. Nur wäre dann hier nichts als Kapselmembranen vorhanden, sowohl für die einzelnen Zellen als für die ganzen Säulen. Längsschnitte lehren sofort, dass wir es nur mit einer bisher nicht beachteten Veränderung des verknöchernden Knorpels zu thun haben, welche in einer gewissen Entfernung vom Ossificationsrande fast unmerklich beginnt und in der Nähe desselben erst mit vollkommener Klarheit erscheint. Eine Veränderung ähnlicher Art kommt übrigens auch bei den anderen Säugethieren vor, nur ist sie weniger auffallend, wenn man jedoch, einmal darauf aufmerksam geworden, Querschnitte vom Knorpel in der Nähe des Verknöcherungsrandes mit davon entfernten vergleicht, so wird kaum ein gewisser Unterschied im Lichtbrechungsvermögen unbemerkt bleiben. Diese Umwandlung der Grundsubstanz hängt nicht mit der Ablagerung der Knochenerde zusammen, denn sie tritt lange vor derselben auf.

Mit der eben beschriebenen Umwandlung der Grundsubstanz tritt zugleich eine Vergrösserung der Knorpelzellen ein, die um das Mehrfache ihres ursprünglichen Volums aufschwellen.

Querschnitte durch den verirdeten Theil des Knorpels können nur unter theilweiser Zerstörung des Gewebes ausgeführt werden; sie lehren aber so viel mit Sicherheit, dass der Kalk

sich gleichmässig sowohl in die gröberen als zarteren Septa abgelagert; nur in den Höhlenwandungen gewahrt man hin und wieder eine rauhe Oberfläche, die auch nicht verschwindet beim Glühen des Präparates, und ein scheinbar feinkörniges Aussehen gewährt. Bisweilen kamen auch Schnitte zur Beobachtung, in denen die stärkeren Septa bereits Kalk enthielten, während er in den feineren noch fehlte. Die Knorpelzellen sind noch erhalten und mangelt jede Andeutung ihrer Vermehrung. Wir haben es hier sonach nur mit einer Ablagerung von Kalk in dem oben beschriebenen Gewebe zu thun, es sei denn, dass die untersten Lagen vielleicht etwas verengt in ihrem Lumen erscheinen, was, wie sich sogleich ergeben wird, in Wirklichkeit der Fall ist.

Weiterhin lassen sich Querschnitte kaum noch ausführen; die Masse zerbricht zu leicht und ist es angemessener, fortan nur Längsschnitte zu benutzen. Legt man einen solchen so durch einen oberen Theil einer Diaphyse von einem getrockneten Röhrenknochen, z. B. Oberarm, dass man ihn nach unten in die Markhöhle auslaufen lässt, so unterscheidet man schon mit blossem Auge, besser aber noch mit einer Loupe, drei Lagen im Gewebe, erstens den hyalinen Knorpel, dann eine äusserst dünne weissliche Schicht von verirdetem Knorpel und endlich eine gelbliche, von vielen anscheinend der Länge nach verlaufenden Kanälen durchbrochene, die mit äusserst unregelmässiger Begrenzung nach der Markhöhle hin aufhört.

Der hyaline Knorpel verhält sich wie früher angegeben; in seinem oberen Theile erkennt man grössere Gruppen von Zellen in der lichten Grundsubstanz, mehr abwärts ändert er sein Lichtbrechungsvermögen; er wird lichter und glänzend; man sieht nun, dass die dickeren Streifen vorzüglich der Länge nach ziehen, nur hier und da geht auch ein stärkeres Septum der Quere nach, so dass etwa sechs bis acht Zellen hintereinander liegen, nur durch feinere Septa getrennt, dann erscheint ein stärkeres. Diese Erscheinung wiederholt sich so regelmässig, dass man mit Berücksichtigung des Querschnittes zur Annahme von länglichen nahezu ovalen Kapseln gedrängt wird, von denen Septa zwischen die einzelnen Knorpelkörper

eintreten. Noch klarer tritt diese Anordnung hervor an der dünnen verirdeten Schicht, die im Uebrigen nur dasselbe zeigt, wie der Querschnitt. Die verirdeten, in dem Längendurchmesser sehr vergrösserten Knorpelhöhlenwände sind sämmtlich vollkommen gegen einander abgeschlossen; man mag das Präparat drehen und wenden wie man will, es findet sich von einer Communication zwischen ihnen keine Spur. Ich muss hier den Angaben H. Müller's entgegentreten, welcher es als unzweifelhaft hinstellt und bei seiner neuen Theorie der Ossification davon ausgeht, dass auf die Verkalkung die Eröffnung der Knorpelkapseln gegen einander folgt. Man muss einmal einen Fall gesehen haben, wo wirklich eine Art von Communication Statt hat, um jede Hoffnung aufzugeben, dass solche hier jemals gefunden werden könne. Ich erhielt dazu die Gelegenheit durch die Untersuchungen Herrn Reichert's über die Plagiostomen; dieser Forscher entdeckte, dass die Grundsubstanz nicht immer in dem ganzen Umfange der Knorpelhöhlen verirdet, sondern dass immer zwischen je zweien eine nicht von Kalksalzen durchsetzte Partie der Grundsubstanz übrig bleibt, welche vollständig das Bild einer Oeffnung der Kapsel darbietet, die sich von der einen zur anderen hinüber erstreckt. Etwas dem Aehnliches ist weder bei dem sogenannten verkalkten Knorpel der Röhrenknochen, noch bei dem der Geweihe wahrzunehmen. Auf den mit den feinen vorwiegend der Länge nach verlaufenden Kanälen versehenen Theil folgt die Markhöhle, und es erstreckt sich das junge Mark bis zur Höhe der vorigen Schicht. In die Kanäle ziehen ausserdem auch Gefässe hinein. Die Wandungen der Kanäle bestehen zunächst über der Markhöhle aus Knochen mit vollständig ausgebildeten Knochenkörpern, die mit ihrem grösseren Durchmesser in der Längsaxe des Knochens liegen. Andeutungen von Lamellen sind hier nicht zu entdecken. Die Strecke zunächst darüber bis zum verirdeten Knorpel enthält die verschiedenen Bildungszustände der Knochenkörper, die sehr schwer erkennbar sind; zuerst erscheinen die Knorpelhöhlen etwas verengt, die Zwischensubstanzsepta sind verdickt; Ausstrahlungen der Knochenkörper sind noch nicht sichtbar. Die aus dieser Substanz

bestehenden Kanalwandungen sind an einzelnen Stellen von Oeffnungen durchbrochen, welche Communicationen zwischen den Längskanälen herstellen. Noch mehr nach der Markhöhle hin sind die Knochenkörper bedeutend grösser als später und nun unterscheidet man bereits die feinen Kanäle, die von ihnen mit breiter Oeffnung ihren Ursprung nehmen. An keiner Stelle findet sich ausschliesslich hyaline, mit Kalk imprägnirte Grundsubstanz ohne Knorpelzellen oder ihre Abkömmlinge; die Wandungen, die beim Durchschneiden des Knochens zu einem grossen Theile zersprengt werden, erscheinen nirgends so dünn, dass man daran denken dürfte, es seien nur jene Septa des Knorpels, die sich durch ihr Lichtbrechungsvermögen so vorwiegend kennzeichnen.

Die Untersuchung liefert folgende Resultate, wenn man mit Salzsäure oder Chromsäure behandelte Knochen getrocknet oder feucht zu Präparaten wählt. Dicht über der Markhöhle geführte Querschnitte zeigen rings um die Kanäle eine mit vollkommen fertigen Knochenkörpern versehene Knochenmasse in einer einfachen Schicht der ersteren; dieser junge Knochen setzt sich mit scharfer Grenze gegen einen feinen Streifen anders lichtbrechender Substanz ab, man hat es offenbar zu thun mit den viel besprochenen hyalinen Septen der gröberen Art, die an ganzen Gruppen von Knorpelkörpern ursprünglich vorbeiziehen; die feineren, die zwischen den einzelnen Knochenkörpern zu suchen wären, vorausgesetzt, dass diese aus den Knorpelkörpern hervorgehen, sind gewöhnlich nicht mehr wahrnehmbar, indem sich die Knochenkörper nicht gegen einander absetzen, sondern durch eine homogene nur von ihren Ausstrahlungen durchsetzte Grundsubstanz geschieden werden; nur an einzelnen derselben bemerkt man noch eine lichte Linie, die ungefähr an der Stelle der früheren Höhlenwand um das Knochenkörperchen herumläuft. An noch weiter von der Markhöhle entnommenen Präparaten fehlt jede Andeutung von Knochenkörpern oder Knorpelkapseln. Man sieht nur die stärkeren Septa des Knorpelgerüstes, von denen nirgends feinere ausgehen; an ihnen liegt nach dem Lumen der Kanäle zu ein äusserst schmaler Saum eines anders licht-

brechenden Gewebes, in den Lücken selbst junges Mark und hin und wieder Blutkörper. Weiter abwärts wird der Saum stärker und enthält Knochenkörper. Solche Präparate sind neuerdings besonders von H. Müller besprochen und benutzt worden, den Beweis zu führen, dass nach Resorption der „verkalkten" Knorpelkapseln in die übrig bleibenden Höhlen und Gänge sich der entstehende Knochen aus einer jungen von den Knorpelzellen abstammenden Bindesubstanz ablagere, zuerst nur in Form eines dünnen Saumes, in welchem später die Knochenkörper zum Vorschein kommen. Die Knochenkörper entstehen nach Müller hier wie im Periost, und der ganze Vorgang stimmt vollständig mit dem bei der periostalen Ossification überein; die noch vorhandenen Reste des hyalinen Knorpels sollen später dann gleichfalls noch durch Resorption untergehen und wahrer Knochen aus dem neuen „osteoiden" Gewebe sich an ihre Stelle setzen.

Die Beobachtungen, welche H. Müller seiner Beweisführung zu Grunde legt, sind in der Hauptsache nicht neu, und wo sie neu sind, nicht beweiskräftig. A. Brandt lieferte in seiner Dissertation ganz ähnliche Abbildungen, wie Müller. Man sieht hier kleinere und grössere Markräume in dem verknöchernden Knorpel, von feinen Säumen ausgekleidet, die zum Theil noch keine, zum Theil vollkommen ausgebildete Knochenkörper enthalten. Es fehlen nur die Erscheinungen, welche H. Müller auf die Entstehung der Knochenkörper bezieht, d. h. zur Hälfte vorhandene Knochenkörperhöhlen.

Was solche zur Hälfte vorhandenen Knochenkörperhöhlen zu bedeuten haben, lehren die verknöchernden Geweihe. Die verknöchernde Substanz befindet sich an der Spitze des hervorwachsenden Geweihes und an seinem Umfange unterhalb der Knochenhaut, sowie in nächster Umgebung der Gefässkanäle. In der Spitze hat sie zum Theil die Form des hyalinen Knorpels, zum Theil nicht. Unmittelbar unter der Haut liegt nämlich ein weissliches undurchsichtiges Gewebe, welches sich bis an den Verknöcherungsrand hin erstreckt und hier allmählig fester wird. Ein der ganzen Länge nach hergestellter Schnitt zeigt Folgendes: In einer in dünnen Lagen durchsich-

tigen, hin und wieder etwas streifig erscheinenden, dem häutigen Knorpel Reichert's ähnlichen Substanz treten viele nur äusserst schwierig sichtbare kleine Bläschen auf von kugeliger oder ovaler Gestalt, welche auf Zusatz von Essigsäure ungleich deutlicher werden. Der Verknöcherungsgrenze zunächst befindet sich eine dicke Schicht hyalinen Knorpels, die bei stark hervorgewachsenen Hirschgeweihen einen Zoll hoch und höher werden kann. Die Zellen desselben liegen dicht bei einander und sind nur durch eine geringe Menge Zwischensubstanz getrennt. Ihre Kerne und Kernkörper sind nicht so deutlich, wie sonst gewöhnlich im hyalinen Knorpel an der Verknöcherungsgrenze, sondern von einem trüben, äusserst feinkörnigen Zelleninhalt verdeckt. Die Zellen fallen bei Zerrung des Präparates leicht aus ihren Höhlen. Zwischen dem unter der Haut liegenden jungen Knorpel, welcher bei eben hervorgesprosstem Geweihe ausschliesslich vorhanden ist und in seinem Aussehen mit embryonalem Bindegewebe übereinstimmt, und zwischen dem ausgebildeten hyalinen befindet sich ein Gewebe, welches alle Uebergänge von ersterem zu letzterem enthält; es treten nämlich die Zellengrenzen deutlicher hervor und die Zwischensubstanz nimmt mehr und mehr den Charakter des hyalinen Knorpels an. Eigenthümlich ist die Anwesenheit der Gefässe vor der Verknöcherung.

Der Kalk lagert sich zuerst in Form feiner Körnchen ab, die mehr oder weniger weit von einander entfernt sind. Es treten deren allmählig so viele auf, dass dadurch die imprägnirte Substanz homogen erscheint. Im letzteren Falle sind gelungene Schnitte nur noch schwierig zu erreichen. Die das Licht stark brechenden Körner sind jedoch nicht für Kalk zu halten, sondern sie stellen kleine Theilchen des Kalkerde haltigen Gewebes dar. Die Ablagerung der Knochenerde findet zuerst nicht in der nächsten Umgebung der Gefässe statt, sondern mitten im Knorpel.

Hierauf beginnt die Verengerung der Knorpelhöhlen, jedoch nicht gleichmässig, es bleiben vielmehr feine Kanäle übrig, die Anfänge der Knochenkörperstrahlen; in ihrem weiteren Verlaufe kommen sie durch Resorption zu Stande; auch ist die

Anlagerung der Grundsubstanz nicht an alle Theile der rundlichen Höhle gleich stark, sondern vorwiegend in gewissen Richtungen, so dass das neugebildete Knochenkörperchen in einer vorwiegend ausgedehnt erscheint, in der Regel liegt es mit seiner Längsaxe in der Längsaxe des angrenzenden Gefässes. Dieser Vorgang trifft zuerst das im Umfange der Gefässkanäle des Knorpels befindliche Gewebe; je weiter es davon absteht, um so weiter ist es in der Entwickelung zurück, so dass sich der mit den unveränderten Knorpelhöhlen versehene Theil an die bereits fertige Knochenschicht anlehnt. An einem Querschnitt, der von der Spitze eines jungen, mit Säuren extrahirten Geweihes genommen wird, sehen wir daher, wie rings um die Gefässkanäle Schichten mit einer oder zwei Reihen strahliger Knochenkörper versehenen Knochensubstanz hinziehen, die Zwischenräume zwischen diesen hingegen alle Uebergangsformen von Knorpelhöhlen zu Knochenhöhlen enthalten. Von einer Trennungslinie zwischen Knorpel und Knochen ist hier keine Spur. Untersucht man dies Gewebe mit Hülfe des polarisirten Lichts, so leuchten dünne Querschnitte nur schwach auf dem dunklen Gesichtsfelde und ändern die Farbe einer eingeschalteten Gypsplatte nur unbedeutend, so lange nur rundliche Knorpelhöhlen vorhanden sind, während die Einwirkung sich ganz allmählig mehr und mehr steigert, je mehr die Knorpelhöhlen sich verengern und der um das Gefäss liegende Ring mit den strahligen Knochenkörpern bereits vollständig die Eigenschaften des vollendeten Knochens hat.

Bei Querschnitten durch Stellen des Geweihs, welche diese Stufe der Ausbildung erreicht haben, tritt nicht so selten der Fall ein, dass der fertige Knochen von dem in der Bildung begriffenen losreisst und letzterer zerstört wird; dabei kommen häufig Knochenkörper zum Vorschein, die nur noch zur Hälfte existiren, die andere Hälfte ist zertrümmert. In der geöffneten Höhle kann dann auch noch der Inhalt hängen bleiben und theilweis frei herausragen.

Hieraus ergiebt sich, dass solche zur Hälfte vorhandenen Knochenhöhlen gar nichts über ihre Entstehung lehren, am allerwenigsten einen Beweis liefern können, dass auch letztere

aus einer besonderen „osteogenen" Substanz hervorgehen; es ist vielmehr offenbar, dass gerade dieselbe Erscheinung bei Knochenkörpern vorkommt, die aus Knorpelzellen abgeleitet werden müssen.

Ferner haben wir die von H. Müller für unmöglich erklärte Erscheinung kennen gelernt, dass ächter Knochen in der That ohne Trennungslinie an verkalkten Knorpel anstösst, und ein unmerklicher Uebergang von dem einen zum andern Gewebe Statt hat.

Trotzdem ist nicht zu läugnen, dass sich fertiger Knochen gegen solchen in erster Bildungsstufe begriffenen („verkalkten Knorpel") vielfach durch eine deutliche Grenze absetzt. Dies lehren schon die Abbildungen von Brandt, die Müller von anderen Knochen nur wiederholt; wir fanden den feinen Saum auch bei der Ossification der Röhrenknochen der Fledermäuse. Wir finden endlich dasselbe bei den Geweihen. Wie daraus aber hervorgehen soll, dass der fertige Knochen eine neue Auflagerung auf den sogenannten verkalkten Knorpel darstellt, ist von Müller nur behauptet, nicht aber bewiesen worden. Die zur Hälfte vorhandenen Knochenkörper brauchen wir nicht weiter zu berücksichtigen. Es soll ferner darum neue Auflagerung sein, weil die Abgrenzung eine so deutlich ausgesprochene ist und kein allmähliger Uebergang stattfindet. Das ist den früheren Beobachtern auch bekannt gewesen und sie haben mit derselben Entschiedenheit das Gegentheil behauptet, dass der Knochen nämlich aus dem Knorpel selbst hervorgegangen sei; diese ihm entgegenstehende Ansicht ist von Müller nicht als haltlos dargethan; man sucht vergebens in seiner Abhandlung nach Argumenten. Auch Kölliker stellt nur dasselbe wieder als unzweifelhaft hin, ohne eine neue Beobachtung zur Unterstützung beizubringen. Dieser Forscher befindet sich nunmehr freilich in der Lage, entweder seine Behauptung zurücknehmen zu müssen, dass beim Geweih Knorpel zu ächtem Knochen werde, oder dieselbe Möglichkeit auch bei anderen Thieren und beim Menschen nicht länger in Abrede stellen zu können, wenn nicht Folgendes nebeneinander stehen bleiben soll: „Den neuesten Untersuchungen von H. Müller zufolge

muss der verkalkte Knorpel von dem wahren Knochen unterschieden werden, indem nun nachgewiesen ist, dass der Knorpel bei der gewöhnlichen Verknöcherung zu Grunde geht" (S. 76 der neuesten Auflage des Handbuchs der Gewebelehre); „wogegen auf der anderen Seite allerdings auch zuzugeben ist, dass im Rehgeweih auch verkalkter Knorpel mit sternförmigen Höhlen gefunden wird, der von ächtem Knochen nicht zu unterscheiden ist" (S. 262 ebendaselbst). Beim Geweih kann man nämlich auch beobachten, dass „verkalkter Knorpel" (d. h. Knochen im ersten Stadium seiner Bildung) von ächtem Knochen durch eine scharfe Grenze geschieden ist. Wir sahen bereits, dass auch das Gegentheil vorkommt, wenn man nämlich die Begriffsbestimmung von Müller festhält, wonach „verkalkter Knorpel" keine sternförmigen Knochenhöhlen haben darf, und fanden, dass die Bildung des wahren Knochens zuerst im Umfang der Gefässkanäle auftritt und von da aus die Knochensubstanz allmählig vorrückt, bis schliesslich die ganze Masse in Knochen verwandelt ist. Das Geweih ist damit noch nicht vollendet, sondern nunmehr beginnt erst die Verknöcherung innerhalb der noch immer sehr weiten Lumina der Gefässkanäle, in denen die oben beschriebene junge Bindesubstanz lagert. Nach der Mitte hin stimmt sie mit der in der Spitze des wachsenden Geweihes zunächst unter der Haut liegenden Schicht überein und zeigt alle Eigenschaften, welche von dem jungen Markgewebe bekannt sind, nach den Rändern zu kommen jedoch schon deutliche Zellen zum Vorschein, deren Umgrenzungen sich leicht unterscheiden lassen; sie weichen von denen nicht erheblich ab, welche die obere Lage des verknöchernden hyalinen Knorpels bilden. Sie liegen dem fertigen Knochen unmittelbar an, und werden gerade so zu Knochenkörpern, wie die ausgesprochenen Knorpelzellen. In dem Knorpel selber schreitet jedoch die Verknöcherung nicht immer so weit vor, sondern bleibt vorher stehen, so dass mitten in dem aus hyalinen Knorpel hervorgegangenen Knochen Reste verkalkten Knorpels mit rundlicher Höhle zurückbleiben. Diese setzen sich dann immer, wie mit Säuren behandelte Geweihe ergeben, mit scharfer Grenze gegen den fertigen Knochen ab,

Solche Reste können sich auf kleine Inseln beschränken, aber auch über grössere Strecken ausdehnen, so dass sich lange Säulen in den vollendeten Knochen einschieben. Innerhalb derselben können dann wieder einzelne Knorpelhöhlen zu Knochenhöhlen ausgebildet sein, so dass diese zu einem, zweien oder mehreren auf Querschnitten sich wieder eben so scharf gegen den sie umgebenden verirdeten Knorpel absetzen; sie können auch durch kürzere oder längere Stiele mit dem benachbarten vollendeten Knochen zusammenhängen. Diese Erscheinung kommt sowohl während des Vorgangs der Verknöcherung, als auch nach Ablauf desselben zur Beobachtung, wie denn überhaupt die Geweihe oft nicht zur vollständigen Verknöcherung gelangen, sondern über grosse Strecken noch poröse, nicht durch Neubildung in den Gefässröhren in compacte umgewandelte Knochensubstanz enthalten, wenn das Periost längst untergegangen ist.

Die erörterten Thatsachen gestatten keine andere Auffassung, wie die, dass die Verknöcherung des hyalinen Knorpels hier stellenweise nicht beendigt ist, sondern auf seiner ersten Bildungsstufe stehen blieb, in der es noch nicht zur Metamorphose der Grundsubstanz und Entstehung von Knochenkapseln und sternförmigen Knochenkörpern kam.

Die Knochensubstanz setzt sich in diesem Falle mit so bestimmter und scharfer Grenze gegen den verkalkten Knorpel Müller's ab, dass ein Unterschied von den von letzterem Forscher vorgeführten Beispielen nicht zu erkennen ist. Es lassen sich aus den mit Säuren behandelten Gehörknochen des Menschen Präparate herstellen, welche man mit den vom Geweih entnommenen wohl verwechseln möchte. Und doch soll das eine beweisen, dass hyaliner Knorpel nicht verknöchern könne, während von dem anderen feststeht, dass es nur aus hyalinem Knorpel hervorgegangen ist!

Solche Präparate gewann H. Müller aus dem Hammer und Ambos von älteren Individuen; es fanden sich im Inneren dieser Knochen nur einzelne Gruppen von Resten des ursprünglichen Knorpels, von denen eine in Fig. 5 Taf. IX. zu seiner Abhandlung dargestellt ist. Bei Weitem überwiegend

war die ächte Knochensubstanz, so dass diese fast überall als compact bezeichnet werden konnte. Die Oberfläche war zum Theil mit einer periostalen lamellösen Rinde versehen, an den meisten Stellen aber fand sich dort eine Schicht unvollkommener Knochensubstanz mit kleinen etwas zackigen Höhlen, welche an manchen Stellen als kleinzellige „Knorpelverkalkung" angesprochen werden konnte. Ich finde jedoch gerade an Schnitten von Gehörknochen, die mit Säure extrahirt waren, nicht selten Stellen, wo von einer bestimmten Abgrenzung von Müller's verkalktem Knorpel gegen den ächten Knochen Nichts wahrzunehmen ist, sondern ein so allmähliger Uebergang Statt hat, dass man nicht sagen kann, wo das eine Gewebe aufhört und das andere anfängt. Zwischen den ausgesprochenen strahligen Knochenhöhlen und den runden Knorpelhöhlen kommen letztere auch gezackt vor und von der verschiedensten Grösse; die Zacken erreichen dann wieder solche Länge, dass sie den Strahlen der Knochenkörper gleichen. Ferner treten auch mitten in dem in erster Bildungsstufe begriffenen Knochen hin und wieder kleine Inseln oder Säulen von vollendetem Knochen auf; man sieht solche mit einem, zwei oder mehreren strahligen Knochenkörpern. Dergleichen Inseln können wieder durch schmale Streifen mit dem dem Knorpel anliegenden fertigen Knochen im Zusammenhange stehen.

Man sieht, es ist das Alles dasselbe, wie wir es beim verknöchernden Geweih gefunden haben; es setzt sich auch hier einmal der „verkalkte" Knorpel deutlich durch eine bestimmte Trennungslinie gegen den fertigen Knochen ab, das andere Mal nicht. In dem einen Falle schreitet die Veränderung der Grundsubstanz des Knorpels allmählig, in dem anderen unter scharfer Abgrenzung vor. Das Auftreten der letzteren lehrt also Nichts für H. Müller's Theorie: denn sie kommt auch beim Geweih vor, dessen Verknöcherung aus hyalinem Knorpel feststeht, andererseits fehlt sie auch wie bei diesem, so bei den Gehörknochen.

Wenn die Existenz einer scharfen Trennungslinie zwischen zwei Knochengeweben beweisen soll, dass das eine nicht aus dem andern hervorgegangen sein kann: dann muss man folge-

richtig auch behaupten, dass H. Müller's verkalkter Knorpel nicht aus dem hyalinen hervorgegangen ist.

Schnitte vom verknöchernden mit Salzsäure extrahirten Calcaneus junger Hunde lehren Folgendes: An dem Verknöcherungsrande rückt die Veränderung der Grundsubstanz buchtig in den hyalinen Knorpel hinein vor; die Knorpelzellen stehen nahezu in regelmässigen radiär von dem Ossificationspunkt aus verlaufenden Reihen. Um je eine, um zwei oder drei, nicht die geringste Veränderung zeigende, Knorpelzellen treten Ringe im mikroskopischen Bilde oder in Wirklichkeit Kugelschaalen von metamorphosirter Grundsubstanz des Knorpels auf, die so dick oder noch dicker sein können, wie der Durchmesser einer Zelle beträgt. Das Lichtbrechungsvermögen derselben unterscheidet sich auffallend von dem des umliegenden Knorpels und ist in Uebereinstimmung mit dem des vollendeten Knochens, insoweit die mikroskopische Betrachtung Auskunft zu ertheilen vermag. Häufig hängen zwei starkwandige, im Uebrigen durch unveränderte Grundsubstanz getrennte Kapseln durch einen schmalen Streifen zusammen, in anderen Fällen ist dieser Streifen breiter, so dass zwei Kapseln zusammengeflossen erscheinen, es kann sich dies auch auf noch mehrere ausdehnen. Eine einzelne oder zwei zusammengeflossene können wieder mit dem fertigen Knochen in derselben Weise verbunden sein. Den Inhalt dieser Höhlen bilden die Knorpelzellen selbst, die von denen des benachbarten hyalinen Knorpels in Nichts abweichen. Die Höhlen sind nach allen Richtungen geschlossen, ihr Abstand von einander mehr oder minder beträchtlich. Man mag Schnitte führen, nach welcher Richtung man will, nirgends zeigen sie eine Oeffnung, oder auch nur einen Schein derselben.

Brandt beschreibt bereits Schnitte mit Salzsäure behandelter in diesem Stadium der Ossification befindlicher Knochen ganz richtig. Rings um die Knorpelhöhle, in der die unveränderte Knorpelzelle enthalten ist, setzt sich die erste Lage des jungen Knochens mit scharfer Grenze gegen den hyalinen Knorpel ab und bildet die Capsula ossea. An sehr dünnen Schnitten, die hier und da gerade durch eine Knochenkapsel hindurch geführt sind, bemerkt man eine äusserst feine, die

Knorpelhöhle unmittelbar begrenzende Lamelle der incrustirten Grundsubstanz, die Kapsel umzieht die Knorpelhöhle wie ein lichter Ring. An Präparaten, die mit Kalilösung (10%) behandelt werden, setzt sich die Kapsel durch einen auffallend lichten Glanz ab, wovon bei der unveränderten Knorpelhöhle keine Spur zu sehen ist. An durchschnittenen Knochenkapseln fällt ein eigenthümlicher gezackter Rand auf, welcher nur dadurch zu Stande kommt, dass das schneidende Instrument mehr reisst als schneidet. Ich habe nur hinzuzufügen, dass die Ablagerung der Knochenerde schon früher beginnt, als die Umwandlung der Grundsubstanz in der Umgebung der Knorpelhöhlen. Die Metamorphose der Grundsubstanz ist von der beginnenden Ablagerung der Kalksalze unabhängig.

H. Müller ist diese Erscheinung vollständig entgangen; sie musste das auch, wenn er sollte die Behauptung aufstellen können, dass Knorpel niemals zu Knochen werde. Sobald die Knochenbildung weiter vorschreitet, sieht man, dass dies der Anfang derselben war. Bei dem Calcaneus des Hundes nahm ich wahr, wie eine Gruppe von Kapseln, in deren Umgebung die Umwandlung der Knorpelgrundsubstanz schon weit vorgerückt war, mit dem vollendeten Knochen durch eine schmale Brücke im Zusammenhange stand, wie sie auch zwischen einzelnen metamorphosirten Knorpeltheilchen mit einer oder mehreren Zellen vorkommt (vergl. Fig. 13). Es war zwischen der Grundsubstanz des fertigen Knochens und der des Knorpels oder in der Bildung begriffenen Knochens kein Unterschied zu entdecken. Schreitet hier nach den Höhlen hin die Knochenbildung bis zur Entwickelung des strahligen Knochenkörpers fort, so ist in gleicher Weise die neu hinzugekommene Substanz von der dagewesenen nicht unterscheidbar.

Bei dem Geweih fällt die Umwandlung der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels in Knochensubstanz wenig auf. Man muss dann hyalinen unveränderten Knorpel mit dem mehr oder weniger weit von ihm abstehenden veränderten vergleichen, um den Unterschied zu erkennen. An vollständig verknöcherten Geweihen und bisweilen auch an verknöchernden beobachtet man jedoch auch ganz evidente Knochenkapseln im

Sinne Brandt's; es ist dann die Metamorphose der Grundsubstanz nur in der nächsten Umgebung der Knorpelhöhlen aufgetreten, zwischen ihnen aber zurückgeblieben. Die Metamorphose der Grundsubstanz kann weiter vorrücken und den ganzen Knorpel treffen, ohne dass es zur Bildung von sternförmigen Knochenkörpern kommt. Auf dieser Bildungsstufe bleibt der Knochen stehen an einzelnen Stellen im Skelet des Menschen und der Säugethiere, z. B. an den Gelenkenden der Knochen unterhalb der Knorpelschicht, im Skelet der Knorpelfische fast durchweg. Die veränderte Knorpelsubstanz setzt sich hier mit scharfer Grenze gegen die unveränderte ab.

Der in der Ossification begriffene Knorpel der wachsenden Röhrenknochen, kurzen Knochen der Säugethiere und der Vögel, ist vor dem Auftreten der Knochenkapseln durchaus verschieden von dem verirdeten Knorpel der Knorpelfische, denn der hyaline Knorpel der letzteren unterliegt in seiner Grundsubstanz während der Ossification einer gleichen Metamorphose, wie sie eben beschrieben wurde; es treten hier um die Knorpelhöhlen zuerst dieselben Ringe auf, wie dort, dehnen sich aus, bis sie zusammenfliessen. Sobald dies geschehen ist, ist auch an den mit Säure behandelten Präparaten eine scharfe Trennungslinie zwischen dem veränderten und ursprünglichen hyalinen Knorpel vorhanden; das Lichtbrechungsvermögen beider ist ein völlig verschiedenes. Ebenso verschieden ist auch das Verhalten gegen polarisirtes Licht. Der veränderte ist so wirksam, wie Knochen der Säugethiere. Geeignete Präparate geben im polarisirten Licht ein vollkommen regelmässiges bei allen Drehungen sich gleichbleibendes Kreuz und Längsschnitte erscheinen silberglänzend auf dunklem Grunde. Dies gilt für die Fälle, wo die Zellen nicht allzudicht bei einander liegen. Der unveränderte hyaline Knorpel setzt sich unter denselben Umständen auffallend hiergegen ab, indem er eine weit weniger kräftige Einwirkung zeigt.

Die angeführten Beispiele beweisen, dass Veränderungen der Grundsubstanz während der Verirdung des hyalinen Knorpels auftreten, welche eine scharfe Abgrenzung gegen den unveränderten Theil des Gewebe's zur Folge haben.

Wenn man den Verknöcherungsprocess weiter verfolgt, so findet man nach dem eben mitgetheilten Vorgange zunächst, dass sich die Knorpelhöhlen allmählig unter Verkleinerung der Knorpelzellen verengen und in der bereits besprochenen Weise zu strahligen Knochenhöhlen werden. Es entstehen dadurch Brandt's Glomeruli.

Die zwischen den Glomeruli befindliche, noch nicht veränderte Grundsubstanz geht allmählig gleichfalls in die Metamorphose ein, entweder concentrisch um die Glomeruli, oder unregelmässig. Im letzteren Falle erscheinen dann die Glomeruli nicht mehr scharf umgrenzt, sondern es verschwimmen ihre Contouren mit dem sie umgebenden Gewebe. Dies beobachtet man öfter an Querschnitten von Gehörknochen des Menschen (Fig. 12), sowie auch im Geweih. Wo es nicht zur klaren Abgrenzung der Knochenkapseln kommt, gilt dasselbe natürlich auch für die daraus hervorgehenden Glomeruli.

H. Müller sieht die Bildung der Glomeruli als eine besondere Formation der Knochensubstanz an. Sie kommt nach seiner Behauptung dadurch zu Stande, dass die neue Knochensubstanz mit ihren Körperchen mehr oder weniger weit geöffnete Knorpelkapseln ausfüllt, also an präexistirende Räume bestimmter Form gebunden ist. Die Knochensubstanz soll die äussere Form der vorher dagewesenen Knorpelzellen erhalten und dies Verhältniss soll am meisten dazu beigetragen haben, die herrschende Vorstellung von dem directen Uebergang der Knorpel- in die Knochenhöhlen zu unterstützen. Wenn die Höhle einer einzigen Knorpelzelle in geringer Ausdehnung geöffnet wäre, und durch Grundsubstanz mit 1, 2 oder 3 sternförmigen Zellen ausgefüllt würde, so gäbe sie völlig das Bild einer Kapsel, in welcher 1—3 Knorpelzellen durch Porenkanalbildung sternförmig geworden seien, sobald man die Stelle der nun ausgefüllten Oeffnung nicht sähe. Dies sei der Fall, wenn man senkrecht auf diese blicke, während man im Profil erkenne, dass die Ausfüllungsmasse wie ein Köpfchen auf einem schmalen Halse sitze, der die Verbindung mit der ächten Knochensubstanz herstelle. Die Verfolgung unvollkommen ausgebildeter Kapseln lasse über das Zu-

standekommen keinen Zweifel. Müller verweist hier auf seine Abbildung; Fig. 1f in Tafel IX. sei eine solche Höhle, welche auf den ersten Blick von einer sternförmigen Zelle mit Grundsubstanz ausgefüllt erscheine. Genauere Betrachtung zeige, dass die Höhle mit dem grösseren Markraume communicire, und die Knochenzelle nur in der dünnen Auskleidung von Knochensubstanz läge, deren geringe Dicke sich im Profil zu erkennen gäbe. Hier wäre die obere Wand der Höhle mit der Auskleidung stehen geblieben; in anderen Fällen sei diese weggeschnitten und die reine Profilansicht lasse dann keinen Zweifel über das wahre Verhältniss.

Es ist unerwiesen, dass die Höhle einer einzigen Knorpelzelle mit zwei oder drei sternförmigen Zellen ausgefüllt werden kann; es sind immer nur zwei oder drei zusammengeflossene Glomeruli. Ebenso enthält der Ausdruck: „die Stelle der nun ausgefüllten Oeffnung" eine unbegründete Voraussetzung, eine nicht ausgefüllte Oeffnung hat hier nie existirt. Die junge Knochensubstanz, welche man wahrnimmt, ist aus dem hyalinen Knorpel hervorgegangen durch Metamorphose seiner Grundsubstanz. Die unvollkommen ausgebildeten Kapseln H. Müller's sind Kunstproducte; sie sind nur darum unvollkommen gefüllt, weil ihr Inhalt fast vollkommen herausgerissen ist. Der herausgerissene Inhalt besteht aber aus den übrigen entweder unvollständig oder noch gar nicht zu Knochenkörpern entwickelten Knorpelzellen mit ihrer Grundsubstanz. Darüber kann kein Zweifel sein, wenn man die allmählige Bildung der jungen Knochensubstanz im Umfange der Knorpelzellen betrachtet, so lange noch keine strahligen Knochenkörper vorhanden sind, oder in Fällen, wo diese sich niemals bilden, wie bei den meisten Knorpelfischen. Man sieht da schon alles so, wie es H. Müller postulirt, nämlich unter Umständen Gruppen von zwei oder drei oder mehreren Knorpelzellen oder auch einer einzelnen Knorpelzelle, umgeben nicht mehr von Intercellularsubstanz des Knorpels, sondern des jungen Knochens, man sieht auch solche Gruppen durch Streifen derselben Substanz verbunden, die sich gegen die unveränderte Knorpelgrundsubstanz scharf absetzt, man sieht endlich diese

Gruppen in Verbindung mit dem vollendeten Knochen. Ueberdies beobachtet man dieselben Erscheinungen ja auch bei den Geweihen, wenn sie nicht vollständig verknöchert sind; man findet hier Glomeruli mitten im verkalkten Knorpel, oder zusammengeflossene Gruppen derselben, drei oder mehrere strahlige Knochenkörper enthaltend, durch einen Hals vollendeter Knochengrundsubstanz im Zusammenhange mit der Hauptmasse des Knochens; man findet auch hier halbe Knochenkörper, wie sie Müller abbildet, und nicht vollkommen ausgefüllte Lücken, wo aber durch Vergleichung mit den ausgefüllten auf der Stelle klar wird, was in dieselben hineingehört.

Was zu dem Gedanken, dass die neue Knochensubstanz mit ihren Körperchen an präexistirende Räume, nämlich an die mehr oder weniger weiten Knorpelhöhlen gebunden sei, am leichtesten verleiten könnte, sind diejenigen Fälle, wo die Höhlen des mit Kalk imprägnirten Knorpels sich zu verengen beginnen, ohne dass die sie umgebende Grundsubstanz bereits die Metamorphose zu Knochen eingeht. Dann liegt eine mehr oder weniger dünne Kugelschale jungen Knochens in der Knorpelhöhle und es setzt sich dieser Inhalt gegen das ihn umschliessende Knorpelgewebe mit deutlicher Grenze ab. Natürlich fehlt die Grenze, wenn auch letzteres bereits sich in Knochen verwandelt hat. Wir haben oben gesehen, dass die Diaphysen der Röhrenknochen junger Fledermäuse, schon ehe die Kalkablagerung beginnt, eine Veränderung in dem Lichtbrechungsvermögen der Knorpelsubstanz darbieten; diese schreitet in den gröberen Septen nicht bis zur Uebereinstimmung mit dem fertigen Knochengewebe fort, während sie in den feineren nicht mehr von der wahren Knochensubstanz unterschieden werden kann. Extrahirt man die Kalkerde, und fertigt Schnitte durch die dem Mittelstücke des Knochens zunächst liegenden Theile des schon verirdeten Knorpels an, so erhält man zuweilen Präparate, in denen die nirgends durch Oeffnungen communicirenden Knorpelhöhlen mit einer zarten Schicht junger Knochensubstanz ausgekleidet sind (s. Fig. 4). Dieselbe blättert hin und wieder in kleinen Strecken von dem Knorpel ab, wenn der Schnitt gerade mitten durch eine Kapsel hin-

durchgegangen ist. Die Höhle verengt sich immer mehr unter Verkleinerung der in ihr befindlichen Knorpelzelle; nur die feinen Kanäle der späteren Knochenkörperausstrahlungen bleiben zurück, indem die Grundsubstanz nicht in Continuität sich absetzt, sondern kleine Lücken übrig lässt. In günstigen Fällen erstreckt sich diese Erscheinung über die ganze Dicke des Knochens hin; die Resorption von der Markhöhle aus reicht nicht in diese Region hinein. Bei etwas tiefer geführten Querschnitten werden die in der Bildung begriffenen Knochenkörper stets zerstört; es gelang mir wenigstens niemals, ein solches in dem nächsten Stadium hier zu beobachten. Man sieht dann nur die stärkeren Septa des Knorpelgerüstes, von denen nirgends feinere ausgehen, wie dies schon früher angeführt wurde; und ringsum sind dieselben von einem dünnen Saume jungen Knochens überzogen; noch ein wenig weiter abwärts kommen erst wieder Knochenkörper zum Vorschein, die aber nunmehr vollständig ausgebildet sind. Die Lage des jungen Knochens ist alsdann dicker, scheidet sich aber mit deutlicher Grenze gegen die unverändert bleibenden gröberen Septa der ursprünglichen Knorpelgrundsubstanz ab, während die Knochenkörper gegeneinander nur selten sich abgrenzen, also unter der Form von Glomeruli zur Anschauung kommen. Dass diese schmale Lage jungen Knochens die ganze Lage des hier überhaupt vorhanden gewesenen darstelle, ist keineswegs zu behaupten; es lässt sich jedoch nicht feststellen, wie viel bei der Führung der Schnitte abgerissen ist. Beim Geweih lässt sich das feststellen, es wird hier, wo die Gefässräume vorgebildet sind, durch Vergleichung mit dem noch nicht so weit in der Ossification vorgeschrittenen Knorpel und andererseits mit dem vollendeten Knochen ein sicheres Urtheil möglich. Gerade weil dies bei den Röhrenknochen und anderen fast niemals der Fall ist, konnte H. Müller in seinen Irrthum verfallen; er hat nicht einmal die Möglichkeit dieser Fehlerquellen erwogen, während er hätte nachweisen müssen, dass die von ihm supponirten Lücken, die sich später mit ächtem Knochen wirklich ausfüllen, in der That Lücken waren und nicht Brandt's spongiöses, in der Umbildung zu Knochen mit sternförmigen Knochenkörpern begriffenes Knochengewebe enthielten.

Knochen der Vögel.

H. Müller verwendet auch die Ossification der Röhrenknochen der Vögel, um seine eben vorgetragene Lehre zu begründen. Er giebt ganz richtig an, dass die ächte Knochensubstanz anfänglich nur als periosteale Rinde auftrete, später aber in der ganzen Dicke des Knochens gegen den Epiphysenknorpel vorrücke. Die länglichen Knorpelhöhlen nehmen gegen den Ossificationsrand hin, z. B. bei einer Tibia vom Huhne, im Allgemeinen eine zur Wand des Knochens quere Lage ein, wachsen aber allmählig zu mehr rundlichen Blasen aus; eine Anordnung in Längsreihen ist weniger ausgesprochen. Nach der Imprägnation stellt sich auf Quer- und Längsschnitten ein zierliches Netz mit gleichmässigen Maschen dar. Dicht an der Ossificationslinie treten zahlreiche Markräume auf, welche in Knorpelkanäle übergehen, deren Blutgefässe an Querschnitten von einer Substanz umgeben sind, welche Zwischenstufen von Knorpel- und Markgewebe nicht selten mit concentrischer Anordnung der Zellen zeigt. An Längsschnitten wechseln am Anfang der „Knorpelverkalkung“ diese Längsräume mit säulenförmigen Massen der Knorpelhöhlen, während Querschnitte diese in Gestalt eines Netzes zeigen, dessen Züge aus einer ziemlichen Zahl von Knorpelhöhlen bestehen. Weiter gegen den fertigen Knochen hin werden die Markräume vielgestaltiger und ziehen vielfach auch der Quere nach.

Die fertige Knochensubstanz tritt anfangs vorzüglich an den Wänden der Markräume auf, zuerst als dünne Schicht, die dann nach der Mitte des Knochens hin mehr und mehr an Dicke zunimmt, so dass die Knorpelhöhlen mehr und mehr schwinden und Knochenkörper an ihrer Statt auftreten. Das erste Mark der Diaphyse geht aus dem nicht verirdeten Knorpel des Knochenrohrs hervor. Hinzufügen kann ich noch, dass bei mehrere Tage alten Hühnchen auch an dem oberen Ende der Diaphyse der Armbeine noch keine Verirdung Statt hat, während der Knorpel fortwährend durch Umwandlung in Mark zur Ausdehnung der Markhöhle der Länge nach beiträgt, wie dies bei der Bildung der Röhrenknochen der Frösche beobachtet wird.

H. Müller sieht die dünne und später dickere Schicht fertigen Knochens auch hier als eine neue Auflagerung an; die darin enthaltenen Knochenkörper können schon wegen ihrer Lagerung nicht aus den Knorpelhöhlen hervorgegangen sein, dann aber auch darum nicht, weil man die allmählige Anbildung der rasch sklerosirenden Substanz von der Markhöhle her verfolgen könne; die Grenze des fertigen Knochens gegen den unfertigen oder den sogenannten verkalkten Knorpel sehe man auch hier durch theilweise angefressene und wieder ausgefüllte Knorpelhöhlen buchtig.

Hiergegen muss ich bemerken, dass der bereits „verkalkte" Knorpel gegen die Markhöhle hin allerdings häufig anscheinend angefressene Knorpelhöhlen zeigt, wie sie Müller abbildet, dass diese Erscheinung aber vermieden werden kann, wenn man mit einem recht scharfen Messer vorsichtig schneidet; ich habe dann an einzelnen Knochen niemals eine Ausbuchtung gesehen, sondern die Begrenzungsflächen immer ganz glatt und eben gefunden. Nun ist aber richtig, dass das fertige Knochengewebe oft buchtig gegen den „verkalkten" Knorpel sich absetzt. Daraus geht hervor, dass es sich hier um eine Anlagerung einer neuen Substanz nicht handeln kann, sonst müssten ihr gerade die Ausbuchtungen fehlen. Ausserdem finden sich auch, entfernt von den Markhöhlen, Knorpelhöhlen vor, in deren Wandungen die Grundsubstanz bereits das Lichtbrechungsvermögen des vollendeten Knochens angenommen hat, ohne dass, man mag die Schnitte führen, in welchen Richtungen man wolle, jemals eine Communication zwischen den Knorpelhöhlen sichtbar würde. An anderen Stellen fliesst dies veränderte Gewebe, wobei anscheinend die Knorpelhöhlen sich verkleinern, von mehreren Kapseln zusammen und es treten auf diese Weise kleine Inseln fertigen Knochens innerhalb des im ersten Bildungsstadium begriffenen auf.

Die Erscheinungen an den verknöchernden Knochen der Vögel weichen in keiner Weise von den früher beschriebenen ab. Der Knorpel nimmt zuerst die Kalkerde auf, dann vermehren sich die in ihm schon vorhandenen Kanäle, die mit der grossen Markhöhle communiciren, und in den Wan-

dungen derselben beginnt die Umwandlung des hyalinen Knorpels in Knochen, zuerst nur als eine dünne Lage, die weiter nach der Mitte des Knochens zu immer stärker wird; die Knorpelkapseln gehen dabei durch Anlagerung von Grundsubstanz nach der Höhle hin, wobei nur feine Kanäle übrig bleiben, die durch einen unbekannten Vorgang sich später verlängern, in die Knochenkörper über. Es können jedoch hin und wieder auch fern von den Markhöhlen einzelne Partien des hyalinen Knorpels sich zu Knochen ausbilden, die dann mit dem von dem Umfang der Markhöhle aus entstehenden zusammenfliessen. Die Lamellen werden mittlerweile allmählig sichtbar. Von der Markhöhle aus findet eine dauernde Resorption von Knochensubstanz statt, sowohl von fertiger als noch in der Entstehung begriffener. Das Mark scheint zuerst durch Umwandlung des Knorpels unter Erweichung seiner Grundsubstanz und Vermehrung seiner Zellen zu entstehen.

Die Lamellenbildung.

Dass die Schichtung der Grundsubstanz im Allgemeinen parallel der äusseren Oberfläche des Knochens und der inneren Oberfläche der Havers'schen Kanäle und Markräume sei, wie gewöhnlich angenommen wird, trifft in der Regel zu. Es giebt aber doch auch Fälle, wo Gefässkanäle senkrecht oder unter den verschiedensten Richtungen gegen die Lamellensysteme verlaufen. Dies habe ich in der auffallendsten Weise bei den Gehörknochen des Menschen gefunden. Ueber die Entstehung des lamellösen Baues weichen die Ansichten der Forscher von einander ab; die Einen nehmen an, dass dieselbe in einer Metamorphose des Knochenknorpels selbst beruhe, die Anderen halten ihn für den Ausdruck eines schichtweisen Wachsthums; den Letzteren schliesst sich auch H. Müller an und glaubt für die hyalin-knorpelig angelegten Knochen durch seine Untersuchungen den Beweis erbracht zu haben. Jedenfalls soll es doch wohl heissen, dass der Knochen schichtweise aus dem vorhandenen sogenannten osteogenen Gewebe hervorgeht und nicht, dass letzteres selbst durch allmählige Schichtung zu Stande kommt? Was die zweite Alternative betrifft,

so wäre es selbst möglich, dass das verknöchernde Gewebe schichtweise wüchse, ohne dass daraus ein lamellöser Bau resultirte. Ein solcher ist sicher nicht aufzufinden in dem jungen Gewebe, welches die concentrisch gruppirten Lamellen der Havers'schen Kanäle der Geweihe liefert. Gegen das schichtweise Wachsthum des Knochens selbst sprechen die Erscheinungen, die man bei der Ossification der Geweihe wahrnimmt; die Bildung des Knochengewebes tritt zuerst im Umfange der Gefässkanäle auf, hier sieht man die ersten strahligen Knochenkörper, der Querschnitt bietet aber nicht regelmässige Ringe dar, sondern es schreitet die Umwandlung des Knorpels in unregelmässigen Ausbuchtungen fort, die für gewöhnlich den Formen der Lamellen keineswegs entsprechen. Wenn später der poröse Knochen zu compactem wird, so füllen sich die Kanäle allmählig durch Verknöcherung der jungen Bindesubstanz im Umfange der Gefässe aus, so dass schliesslich nur noch ein sehr unbedeutendes Lumen übrig bleibt; hierbei nimmt man gleichfalls kein regelmässiges Fortschreiten in Anlagerung vollständiger Lamellen wahr, sondern es erscheinen an der Innenfläche der bereits vorhandenen oft so feine Säume, dass man ihnen nicht die Dicke einer vollständigen Lamelle zugestehen kann. Es kommt ferner auch vor, dass in der periostealen Schicht junger Röhrenknochen Gefässkanäle auf Querschliffen gar keine Lamellensysteme zeigen, während sie entfernter von der Grenze ganz ausnahmslos vorhanden sind; hier muss man annehmen, dass die Lamellenstreifung erst nachträglich erscheint.

Aehnlich verhält es sich bei der Ossification der faserknorpeligen Grundlage der Schädelknochen. Ich wiederhole hier nur, was ich bereits anderweitig darüber mitgetheilt habe.

Legt man Knochen von der Schädelkapsel eines etwa zweijährigen Kindes, z. B. die Seitenbeine in verdünnte Phosphorsäure, bis die Knochenerden extrahirt sind, trocknet sie und fertigt Schnitte von der Stelle an, wo die Knochen durch Naht zusammenhängen und eine Längsstreifung schon für das blosse Auge wegen des geraden Verlaufs der Havers'schen Kanäle aufweisen, so zeigen diese Schnitte, senkrecht zur Längsstreifung geführt, eine ungemeine Aehnlichkeit mit dem Querschnitt

einer verknöcherten Sehne im ersten Stadium der Ossification; sie bestehen nämlich in ihrem grösseren Theile aus Bindesubstanzsträngen mit deutlich hervortretenden Scheiden; an vielen Stellen liegen da, wo drei oder vier Scheiden zusammenschmelzen, kleine zackige Lücken; diese entsprechen Knochenkörpern. Innerhalb der Scheiden entdeckt man häufig einen diametral verlaufenden feinen Streifen oder auch wohl drei bis vier kleine Ringe mit zarten Umgrenzungen. Jedoch kommen auch selbstständige Bindesubstanzstränge von eben so kleinem Durchmesser nicht selten zwischen den grösseren vor.

Um die im Querschnitt sichtbaren Gefässe herum liegen entweder noch Stränge mit ihren Scheiden, oder aber schon fertige homogene Knochensubstanz mit Knochenlamellen, durch die vielfach starke radiäre Streifen hinziehen. In solchen Streifen liegen keine Knochenkörper. Bisweilen besteht die Wand eines Gefässkanales auf der einen Seite aus eigentlichem Knochen, auf der anderen aus Bindesubstanzsträngen. Von den grösseren radiären Streifen sieht man hier und da zwei parallel in den Gefässkanal hineinlaufen und mit einem nach letzterem hingewandten convexen Bogen endigen, oder sich in noch unverknöcherte durch ihr verschiedenes Lichtbrechungsvermögen sich deutlich abgrenzende Bindesubstanzstränge des Havers'schen Kanales verlieren (Fig. 13).

Macht man von derselben Stelle des Knochens einen Längsschnitt, so erweist sich auch hier die Uebereinstimmung mit der verknöcherten Sehne. Man sieht nämlich häufig Längsstreifen von verschiedener Stärke genau in dem Abstande von einander hinziehen, wie der Durchmesser der beschriebenen Querschnitte der Scheiden beträgt. An einigen Stellen bemerkt man Querschnitte von Strängen, welche in verschiedenen Richtungen verlaufen. Schneidet man den Knochen schief zur eben besprochenen Richtung, so kann man direct beobachten, wie die Längsstreifen von den Querschnitten der Stränge ausgehen.

Das Gewebe der Scheiden verhält sich chemisch anders, wie das der verknöchernden Sehne, es ist nicht so resistent gegen Säuren und unterliegt etwa zu derselben Zeit wie das der Stränge ihrer Einwirkung. Morphologisch findet insoweit

ein Unterschied statt, als die starken knorpelartigen Streifen zwischen den Scheiden fehlen und der Inhalt der letzteren nicht aus fibrillärer Bindesubstanz besteht (Fig. 14).

Während des Ossificationsprocesses verschwindet allmählig die beschriebene Structur; man gewahrt an entfernter von der Naht entnommenen Schnitten, wie namentlich von den Hàvers'schen Kanälen her die Knochenlamellen mehr und mehr vorrücken und die Bündelformation sich dem Blick entzieht. Nur vom Periost eintretende Stränge finden sich noch, und vereinzelte auch um die Gefässkanäle. Reste von ihnen erhalten sich sehr lange und sind mit dem Namen Sharpey'sche Fasern belegt worden. Das Lichtbrechungsvermögen des verknöcherten und nicht verknöcherten Gewebes ist ein auffallend verschiedenes.

Wenn man nicht zugeben will, dass hier die Lamellen erst in dem bereits vorhandenen verirdeten Gewebe zum Vorschein kommen, so muss man überhaupt die Möglichkeit in Abrede stellen, dass der Faserknorpel der Schädelknochen zu wahrem Knochen werden kann.

In dieselbe Alternative geräth man bei der Betrachtung der Ossification des periostalen Gewebes der Röhrenknochen von Vögeln. Behandelt man z. B. die Phalangen eines noch nicht ganz ausgewachsenen Puters mit verdünnter Salzsäure, lässt sie trocknen und fertigt alsdann feine Querschnitte an, so findet man ein ganz ähnliches Verhalten, wie das soeben bei den Kopfknochen beschriebene. Dicht an das nicht verknöcherte Periost stösst eine Knochenschicht an, welche noch nicht die Structur des vollendeten Knochens besitzt, sondern vielmehr mit der verknöchernden Sehne übereinstimmt. Die Gefässkanäle unterscheiden sich nicht von denen des benachbarten fertigen Knochens. Rings um dieselben unterscheidet man eine vollkommen deutliche Formation des Gewebes in Stränge, welche in der Längsaxe des Knochens zumeist verlaufen. Zwischen den Bündeln verlaufen in Längsreihen gestellt die Knochenkörper, welche jedoch auf Querschnitten schwierig wahrzunehmen sind, da sie durch das zwischen den Bündeln befindliche Gewebe verdeckt werden, ganz so wie bei den ver-

knöchernden Vogelsehnen. Entfernter von dem Periost erscheinen die Bündel weit dünner und zwischen ihnen sieht man die Knochenkörper. Oder es wechseln in der Umgebung des Gefässes die gröberen mit den feineren Strängen. In dem ersteren Falle treten bereits Lamellensysteme auf. Dasselbe findet auch bei den ossificirenden Sehnen statt. Die Uebereinstimmung der letzteren mit dem vollendeten Knochen ist hier schon so gross, dass man kaum einen Unterschied bemerkt, wenn man namentlich von der Vorstellung ausgeht, dass die Formation in feine Bündel nur der Ausdruck ist von dem Verlauf der Knochenkörperstrahlen. Nimmt man an, dass zwei von einem Knochenkörper ausgehende Kanälchen nach kurzem Verlauf zusammentreffen oder sich so nähern, dass man einen Abstand zwischen ihnen nicht mehr erkennen kann, dass sie alsdann wieder auseinanderweichen und wieder zusammentreffen und dies so lange wiederholen, bis sie die von den benachbarten Knochenkörpern kommenden erreicht haben; so würde in der That eine scheinbare Bündelformation zu Stande kommen. Dass diese Auffassung der Wirklichkeit nicht entspricht, ergiebt sich, sobald man starke Salz- oder Salpetersäure auf das Präparat einwirken lässt. Dann quellen zuerst die Bündel hervor und entschwinden nach einiger Zeit dem Blick. Was jedoch zwischen den Bündeln liegt, bleibt erhalten als ein Netzwerk von einer stark lichtbrechenden Substanz. Höhere und tiefere Einstellung des Focus erweist, dass es nicht Fäden von der Dicke der Knochenkörperstrahlen sein können, die man vor sich hat, da das Bild des Querschnittes stets unverändert dasselbe bleibt. Das die Maschen bildende Gewebe hat vielmehr die Dicke des ganzen Querschnittes selbst.[1] Man muss demnach annehmen, dass die ossificirende bereits mit Kalk imprägnirte Substanz durch Scheiden in Stränge formirt wird, zwischen denen (in den Scheiden) die Knochenkörper lagern, die dann, wenn die Wand der Scheiden hinreichend stark ist, innerhalb derselben gar nicht oder nur äusserst schwierig beobachtet werden können.

Es ist ersichtlich, dass die Entstehung eines Knochens mit Lamellensystemen und strahligen Knochenkörpern aus einem in Bündel formirten Gewebe mindestens eine eben so grosse

Schwierigkeit bietet, als die aus hyalinem Knorpel, woran man so vielfach Anstoss genommen hat. Viel leichter wäre es, wenn man die frühere, nunmehr aber unmöglich gewordene Auffassung festhielte. Man stellte sich vor und hat es auch so abgebildet, dass die ossificirende Bindesubstanz der Kopfknochen aus einem homogenen Gewebe bestände, in welchem sternförmige Bindegewebskörper vorkommen, die mit ihren Strahlen anastomosiren. Man brauchte dann nur noch anzunehmen, dass die schon vorgebildeten oder durch nachträgliche Zerklüftung entstehenden Lamellen zum Vorschein kämen, und es wäre der Bau der ossificirenden mit der ossificirten Substanz in Uebereinstimmung.

Auffallend ist bei dieser Darstellung nur, dass die Configurationen, welche in dem homogenen Bindegewebe durch die Bindegewebskörper und ihre Fortsätze zu Stande kommen, ganz und gar von denen abweichen, welche die Knochenkörper mit ihren Ausstrahlungen in der verknöcherten Substanz darbieten. Vergleicht man den Querschnitt eines vollständig verknöcherten, mit Säure behandelten Seitenbeins mit einem Querschnitt eines ebensolchen in der Verknöcherung erst begriffenen, so findet man, dass die Strahlen eines Knochenkörpers ungleich zahlreicher sind und ihr Verlauf ein ganz anderer ist als bei den supponirten Bindegewebskörpern, da eine Formation der Grundsubstanz in drehrunde Bündel in keiner Weise zur Anschauung kommt; an eine Herleitung der sternförmigen Knochenkörper aus den supponirten strahligen Bindesubstanzkörpern ist nicht zu denken.

Weil sich nun ergeben hat, dass die verknöchernde Substanz die Structur der Sehne hat, so liegt nicht der mindeste Grund mehr vor, die Bindegewebskörper für sternförmig zu halten, sie sind vielmehr kugelig oder oval wie die Knorpelkörper, und dass die Knochenkörper sich anders aus ihnen bilden, wie aus den Knorpelkörpern, ist ebensowenig dargethan.

Verhalten gegen polarisirtes Licht.

W. Müller (Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. X. S. 187 ff.) untersuchte die Sehnen in ihrem

Verhalten gegen polarisirtes Licht und beobachtete, dass Querschnitte, die genau rechtwinklig gegen die Längsaxe geführt waren, in allen Azimuthen dunkel bleiben; er legt die optische Axe in die Längsrichtung des Gewebes und erklärt es für positiv. Die verknöcherten Vogelsehnen verhalten sich genau so wie die unverknöcherten, selbst dann, wenn sie Knochenstructur angenommen haben, d. h. strahlige Knochenkörper und Havers'sche Kanäle mit Lamellensystemen zeigen; ein Querschnitt möglichst senkrecht zur Längsaxe durch solche mit Salzsäure extrahirte und getrocknete Sehnen bleibt in allen Azimuthen dunkel. Sie weichen danach ganz von den vollständig ausgebildeten aus anderen Geweben hervorgehenden Knochen ab: denn bei diesen zeigt jedes um einen Havers'schen Kanal concentrische Lamellensystem auf senkrecht zur Längsrichtung geführten Schnitten oder Schliffen ein regelmässiges bei allen Drehungen gleichbleibendes Kreuz, dessen verlängert gedachte Arme in der Mitte des Gefässraumes zusammentreffen würden. Dieser Unterschied verschwindet nur in solchen hier und da vorkommenden Stellen der Querschnitte von verknöcherten Sehnen ohne erkennbare Bündelformation, welche eine circulär um die Gefässkanäle verlaufende Streifung darbieten (vergl. Taf. 21 Fig. 12 zu meinem Aufsatze über die Ossification des Sehnengewebes); auch hier erhält man ein regelmässiges Kreuz, wie bei den Knochen.

Aehnlich verhält sich die verknöchernde Schicht des Periost und die verknöchernde Bindesubstanz der Kopfknochen. Die erstere beobachtete ich bisher für diese Verhältnisse nur bei Vögeln. So lange man die Bündelformation erkennt, bleiben die senkrecht zu den Havers'schen Kanälen geführten Schnitte in allen Azimuthen dunkel. Auf Längsschnitten zeigt sich gleichfalls keine Abweichung von der Sehne; man findet hier öfters, dass die Bündel nicht in gleicher Richtung ziehen, sondern sich mannichfach durchflechten. Wo die Grundsubstanz homogen wird, treten dann dieselben Erscheinungen, wie die beim vollendeten Knochen beschriebenen, auf.

Zusammenhang der Sehnen mit Knochen.

Kölliker behauptet in seinem Handbuch der Gewebelehre, dass sich die Sehnen mit den Knochen entweder mittelbar unter Mithülfe des Periost oder ohne Vermittelung desselben verbinden; im letzteren Falle (Tendo Achillis, Quadriceps, Pectoralis major etc.) stossen die Sehnenbündel unter schiefen oder rechten Winkeln an die Oberfläche der Knochen und haften ohne Mithülfe von Periost, das an solchen Stellen gänzlich mangelt, allen Erhebungen und Vertiefungen derselben genau an. Häufig finden sich hier in Reihen gestellte Knorpelzellen. Ausnahmsweise sah Kölliker auch die Sehnenfibrillen an ihrer Grenze gegen den Knochen mit Kalksalzen in Gestalt von Körnchen ganz durchsetzt. Wie die Knochen an periostlosen Stellen wachsen, erklärt derselbe Forscher für unausgemacht, nur wo die Sehnen an lange knorpelig bleibende Theile sich befestigen, z. B. Epiphysen, Tuberositas calcanei, komme das Wachsthum einfach auf Rechnung des Knorpels.

Wenn man das Oberarmbein eines neugeborenen oder noch nicht ausgetragenen Kindes an den Ansatzstellen des Pectoralis oder Latissimus dorsi nebst Teres major mittelst eines Längeschnittes einschneidet, so trennt sich leicht eine Lage von Periost los gerade wie an anderen Stellen. Es besteht aus geformtem Bindegewebe mit elastischen Elementen und enthält an seiner inneren Seite eine dünne Lage der verknöchernden Schicht des Gewebes, welche zum Theil am Knochen haften bleibt; auch kleine Stücke von jungem Knochen reissen dabei los und mit ihnen Partikeln des jungem Markes. Der Knochen selbst erscheint auf seiner entblössten Oberfläche grubig und höckrig und ist hier noch nicht vollständig von Kalkerden durchsetzt, sondern ausserordentlich weich im Vergleich zu den tieferen Schichten. In den Gruben und Lücken liegt noch unverknöcherte Substanz mit Blutgefässen, die später durch fortschreitende Verknöcherung mehr und mehr eingeengt werden; aus den äusserst schwierig erkennbaren Zellen derselben gehen die Knochenkörper hervor. Diese Erscheinungen werden an dem ganzen Knochen wahrgenommen, auch an denje-

nigen Stellen, an welchen sich Sehnen befestigen.. Wo sich solche befestigen, z. B. die des Pectoralis, Latissimus, gehen die Stränge derselben ganz allmählig in die Fasern des Periost über, ohne dass sich eine bestimmte Grenze zwischen beiden feststellen lässt. Dasselbe fand ich auch an dem Glutaeus maximus eines jungen Pferdes, welcher sich an einer beim erwachsenen Thiere bedeutenden Hervorragung des Knochens, dem Trochanter tertius, befestigt. Der Trochanter tertius ist nicht hyalin knorpelig angelegt und hat keinen eigenen Ossificationspunkt, sondern wächst ausschliesslich durch die verknöchernde Schicht des Periost. Beim jungen Thiere lässt sich das Periost des ganzen Fortsatzes mit Leichtigkeit von dem darunter befindlichen Knochen ablösen, kleine Stücke des letzteren reissen jedoch dabei los. In das Periost verweben sich die Sehnenfasern des Glutaeus. Beim völlig ausgewachsenen Knochen begrenzt dieser unmittelbar die Sehnenstränge und ist von einer verknöchernden Schicht keine Spur mehr aufzuweisen.

Wo die Sehne direct in Knorpel ausläuft, wächst der Knochen allein durch diesen. Ist das Wachsthum vollendet, so verknöchert der Knorpel vollständig und die Ansatzstellen der Sehnen nehmen gleichfalls soviel Kalkerden auf, dass Schliffe davon angefertigt werden können.

Ein Schliff vom Calcaneus des Menschen, welcher die Ansatzstelle der Achillessehne enthält und in der Richtung der Fasern geführt ist, zeigt, dass der Anfang der Sehne vollständig von Kalkerden imprägnirt ist und ebensogut wie Knochen geschliffen werden kann. Von Sehnenfasern ist Nichts wahrzunehmen, nur durch die Anordnung der Knorpelhöhlen in Reihen wird ihre Richtung klar. Wie in der noch unverknöcherten Sehne Reihen von Knorpelzellen mit homogener Zwischensubstanz beim Uebergang in den Knorpel des Fersenbeines sich vorfinden, so sind hier dieselben Reihen in verirdetem Gewebe vorhanden. Die Knorpelhöhlen sind mehr oder weniger rundlich, zuweilen eckig. Hin und wieder ziehen in der Richtung der Zellenreihen inmitten der Grundsubstanz von dem Knochen gegen die nicht verirdete Sehne und quer dazu äusserst feine, lange

Kanälchen hin, von dem Durchmesser der Knochenkörperausstrahlungen, ohne jedoch irgendwo mit einer Knorpelhöhle zusammenzuhängen. Es sind dies nicht verirdete Theilchen der Grundsubstanz, welche an ähnliche aber äusserst unregelmässig auftretende, im Stirnfortsatz der Hirsche erinnern. Es wird hierdurch die Annahme nothwendig, dass keineswegs alle Lücken und Kanälchen im Knochen von Zellen oder Zellenfortsätzen herrühren, sondern dass unverknöcherte Grundsubstanz dieselbe Erscheinung hervorrufen kann. Zwischen den Knorpelhöhlenreihen liegen auch Knochenkörperreihen, die mehr oder weniger weit in die Sehne vordringen und sich mit ihrer Grundsubstanz bestimmt gegen den Faserknorpel absetzen; sie hängen mit dem Knochen selbst zusammen, so dass diese mit vielen Spitzen und Höckern in die Sehne hineinragt. Behandelt man den Calcaneus mit Säuren und fertigt nun Querschnitte von der Ansatzstelle der Sehne an, so sieht man mittten im Faserknorpel Knocheninseln von der verschiedensten Ausdehnung auftreten, welche den oben erwähnten Hervorragungen entsprechen. Bei stärkerer Einwirkung von Salz- oder Salpetersäure treten die Knocheninseln noch klarer heraus und ausserdem werden die Sehnenscheiden sichtbar, in denen die Knorpelzellen liegen; es gewährt dies den Anblick von sternförmigen Bindegewebskörpern, deren Strahlen eine ausserordentliche Länge besitzen. Der Längsschnitt lehrt aber sogleich, dass gewöhnliche Knorpelzellen die Zellen dieses Gewebes bilden. Dieselben Zellen erstrecken sich auch in den Anfang der nicht verirdeten Sehne hinein, nur werden sie immer kleiner und schmäler (Fig. 17 u. 18).

An dem Calcaneus eines zwölfjährigen Individuums lief die Sehne noch in nicht verirdeten hyalinen Knorpel aus.

An dem Ansatz des Quadriceps femoris an der Kniescheibe findet dasselbe Verhalten statt. Auch an Fussknochen von Thieren, z. B. von einer Ziege, vom Pferde, Affen, ist in dieser Beziehung Alles ebenso wie beim Menschen.

Es ergiebt sich hieraus, dass ein Periost mit einer verknöchernden Bindesubstanz an der von Kölliker für periostlos gehaltenen Stelle der Knochen vorkommt, so lange der Knochen

wächst, und dass da, wo die Sehne sich an hyalinen Knorpel befestigt, durch diesen der Knochen grösser wird, während auch die Ansatzstelle der Sehne mit Kalk imprägnirt erscheint, sobald das Wachsthum vollendet ist.

Eigenthümliche Veränderung der Grundsubstanz im ossificirenden Schild- und Ringknorpel des Rindes.

Wie sich aus der vorstehenden Darstellung ergiebt, ist es vor Allem die allmählige Veränderung der Grundsubstanz des Knorpels, welche eine Einsicht in den Ossificationsprocess ermöglicht. Eine bisher nicht beobachtete hierhergehörige Erscheinung soll hier noch kurz beschrieben werden. Sie tritt auf bei der Ossification der Cartilago thyreoidea und cricoidea des Rindes. Der Knorpel ist hyalin, die Anordnung der Zellen nicht deutlich in Reihen, sie stehen zu Gruppen beisammen und sind in diesen gewöhnlich durch ausserordentlich wenig Intercellularsubstanz von einander geschieden. Zwischen den einzelnen Gruppen sind starke Lagen der letzteren eingeschoben. Die Knorpelhöhlen selbst weichen in Gestalt und Grösse sehr von einander ab; nahezu kugelige wechseln mit ovalen und bedeutend in die Länge gezogenen und die einen übertreffen die anderen um das Mehrfache ihrer Durchmesser. Der Schildknorpel ossificirt gewöhnlich nicht in seiner ganzen Ausdehnung, sondern ein grosser Theil bleibt knorpelig. Wenn der Verknöcherungsprocess beendet ist, so stösst der mit Knochenkörpern und Lamellen versehene Knochen direct an den hyalinen Knorpel an, wo hingegen der Vorgang noch besteht, schiebt sich zwischen beide Gewebsformen eine Zwischenform ein. In der Nähe des Verknöcherungsrandes ist die Grundsubstanz asbestartig. Sie erscheint an Längsschnitten feingestreift und dunkel, fast undurchsichtig bei durchfallendem Licht. Besonders ist dies auffallend an allen denjenigen Stellen, wo sich Kanäle im Knorpel bilden; rings um dieselben ist in der Regel das streifige Ansehen vorwiegender, als entfernter davon. Bisweilen trifft es sich, dass man einen Kanal in der Bildung beobachtet; er endigt blind gegen den noch nicht verirdeten

Theil des Knorpels hin, hier ist dann die Zwischensubstanz so vollständig undurchsichtig auch in den feinsten Schnitten, dass man erst mit Hülfe von Reagentien die von ihr umschlossenen Knorpelhöhlen zu entdecken vermag. Anderwärts ist das auch nicht mehr möglich und es entsteht dadurch das Aussehen, als ob in dem Knorpel Kanäle verliefen, die von einem feinfaserigen, gestreiften, stark lichtbrechenden Gewebe durchzogen sind.

Der angrenzende bereits verirdete Knorpel erweist sich hiervon ganz verschieden, auch nach Extraction der Salze mittelst Säuren. Die Imprägnation ist an vielen Stellen eine vollkommen gleichmässige; man sieht an mit einem scharfen Messer hergestellten Präparaten, an denen wenigstens immer auf Strecken die Zersplitterung nicht so weit geht, dass die Betrachtung verhindert wird, man sieht hier runde und zackige Höhlen in einem durchaus homogenen Gewebe, sowohl nach dem fertigen Knochen als auch gegen den noch freien Knorpel hin. Jedoch fehlt es nicht an Stellen, wo die Kalkerde in kleineren und grösseren Kugeln und unregelmässigen Stücken abgelagert ist, die sich fast berühren oder mehr oder weniger weit von einander abstehen. Die Grundsubstanz kann dabei noch gestreift erscheinen. Dies kommt aber auch bei der ganz gleichmässigen Ablagerung vor. In einzelnen Fällen dehnte sich diese Erscheinung fast über den ganzen verirdeten Knorpel aus, so dass nicht der mindeste Zweifel darüber obwalten kann, dass später diese unterbrochene Verirdung zu einer vollständigen wird. Nach dem Ausziehen des Kalkes erkennt man noch genau, wo derselbe abgelagert war, vermöge des veränderten Lichtbrechungsvermögens der Grundsubstanz. Es wird von H. Müller angegeben, dass ein Theil des ungleichmässigen körnigen Ansehens der jungen „Knorpelverkalkung" wohl auf Rechnung der in der Grundsubstanz vorhandenen Neigung zum Zerfallen geschrieben werden müsse, weil dasselbe auch nach dem Ausziehen der Kalksalze nicht ganz schwinde. Wie zwischen der Veränderung des Lichtbrechungsvermögens und der eintretenden Resorption ein Causalnexus existiren soll, ist jedoch nicht abzusehen. Eben verirdeter Knorpel und vollstän-

dig ausgebildeter Knochen werden resorbirt, ohne dass an der Resorptionsgrenze auch nur die geringste Veränderung der Grundsubstanz wahrzunehmen ist, sowohl in normalen als pathologischen Fällen. Es ist ganz richtig, dass häufig die verkalkten Partien des Knorpels gegen die unverkalkten sich nicht absetzen nach Extraction mittelst Säuren, mögen sie später resorbirt werden oder nicht. Daraus geht aber nur hervor, dass die in der Grundsubstanz eintretende Veränderung von der Ablagerung der Knochenerden unabhängig ist.

Im ganzen Umfange des verirdeten Knorpels findet sich häufig eine eigenthümliche der Grenze parallele Streifung, welche einer lamellösen Anordnung der Grundsubstanz gleich sieht. Wenn mitten in dem verirdeten Theile kleinere oder grössere Strecken noch frei sind von Erden, so werden auch diese von demselben Ringe umzogen, so dass zwei oder mehr Knorpelzellen auf diese Weise umgrenzt werden. Die scheinbaren Lamellen können unregelmässige in viele Ecken und Winkel sich ausziehende Räume umkleiden.

Aber auch in dem vollständig verirdeten Knorpel kommt dieselbe Erscheinung vor und zwar ganz unabhängig von den Zellen. Mitten in der Grundsubstanz liegen kugel-, linsenförmige oder unregelmässigere schwer zu beschreibende Gruppirungen von lamellösem Bau und von der verschiedensten Grösse; was die Lamellen umschliessen, ist wieder nur Grundsubstanz, die dann sehr verschieden gross sein kann, sie kann den Umfang einer Zelle noch übertreffen, aber auch unter die Grösse eines Kernes herabrücken; die Zellen liegen zwischen den concentrischen Figuren, welche oft einander berühren, so dass die homogene Masse ganz schwindet. In anderen Fällen überwiegt letztere und nur hin und wieder treten jene concentrischen Figuren auf.

Nach Extraction der Erden mittelst Säuren wird die beschriebene Erscheinung noch ungleich deutlicher.

Gegen den fertigen Knochen hin bleibt Alles zunächst noch ebenso, nur werden die Knorpelhöhlen enger und zackiger. Dabei kommt das Lichtbrechungsvermögen dem der Knochengrundsubstanz immer näher. Bald verschwinden die Gruppirungen

in dem Knorpel und die Unterscheidungsmerkmale zwischen Knochen und verkalktem Knorpel treten mehr und mehr zurück, so dass eine Grenze zwischen ersterem und letzterem sich nicht mehr angeben lässt. Zuerst tritt das reife Knochengewebe in der Umgebung der bereits in dem Knorpel vorgebildeten Höhlen und Kanäle auf, die von sehr wechselndem Lumen vorhanden sind. In dem verirdeten Knorpel haben sie häufig nur den Durchmesser einer Zelle, und scheinen hin und wieder mitten im Gewebe zu enden, was jedenfalls wohl auf eine Neubildung zu beziehen ist; der Inhalt von solchen Gängen kam bisher nicht zur Beobachtung. Wo die Knochenbildung sich mehr ausgedehnt hat, nimmt man nunmehr auch Lamellen wahr (Fig. 15).

Chemisches Verhalten des verknöchernden Knorpels.

Obgleich die Knorpel und Knochen Gegenstand zahlreicher chemischer Untersuchungen gewesen sind, so ist für den Ossificationsprocess doch nicht so viel hervorgegangen, dass eine sichere Basis gewonnen wäre. H. Müller behauptet, dass seine Untersuchungen über die Ossification eine einfache Erklärung dafür ergeben, dass der ächte Knochen Glutin, der Knorpel Chondrin beim Kochen giebt; es gehe ja nicht die Knorpelsubstanz in die Knochensubstanz über, sondern letztere setze sich an die Stelle der ersteren unter Einschiebung eines ganz anderen verknöchernden Materials. Die Frage nach dem Ob und Wie des Ueberganges von Chondrin in Glutin falle ganz weg, und Schlossberger's Annahme eines moleculären Austausches von Collagen für Chondrogen werde durch den Nachweis eines gröberen Wechsels beseitigt. Kölliker führt unter den Arten des Knorpelgewebes mit mehr gleichartiger, chondringebender Grundsubstanz an 1) das Knorpelgewebe mit nicht verkalkter Grundsubstanz; dies findet sich bei den grösseren Knorpeln der Respirationsorgane, denen der Gelenke, Rippen u. s. w. 2) Knorpelgewebe mit verkalkter Grundsubstanz, Knorpelknochen, verkalkter Knorpel; es findet sich im Skelet der Plagiostomen, bei Menschen und bei Säugethieren

besonders unter den Gelenkknorpeln am Ende der Apophysen der Röhrenknochen und dann vorübergehend an den Ossificationsstellen der Knorpel; es bestehe aus verkalkter, Chondrin(?) gebender Grundsubstanz mit verkalkten gewöhnlichen Knorpelkapseln. Kölliker ist insofern nicht ganz mit H. Müller in Uebereinstimmung, als er das Chondrin mit einem Fragezeichen begleitet; ein Motiv für das Fragezeichen hat er nicht angegeben. Wie wir bereits sahen, weicht er jedoch schon wesentlich von H. Müller's Lehre ab, da er zugiebt, dass im Rehgeweih verkalkter Knorpel mit sternförmigen Höhlen gefunden werde, der von ächtem Knochen nicht unterschieden werden könne; es gäbe auch hier Uebergänge, eine scharfe(?) Kluft zwischen verkalktem Knorpel und Knochen existire nicht. Dass die Frage über das chemische Verhalten in dieser Weise nicht zu erledigen ist, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung; entweder geht chondringebendes Gewebe in glutingebendes über oder es ist dies nicht der Fall. H. Müller führt für die zweite Alternative merkwürdiger Weise Frémy's Untersuchungen an, welcher zahlreiche Analysen der Knorpel und Knochen mitgetheilt hat (Annales de chimie. Janvier 1855, p. 47—93); Frémy scheint ihm durch chemische Untersuchungen zu einer ähnlichen Ansicht gekommen zu sein, wie er, H. Müller, sie nach mikroskopischen Beobachtungen vertheidige. Das kann nur auf einem Missverständniss beruhen. Es musste H. Müller doch auffallen, dass Schlossberger Frémy's Beobachtungen für eine gerade entgegengesetzte Ansicht anführt; er sagt nämlich: „die ausführlichen chemischen Untersuchungen über die Knochen, welche unlängst von Fremy veröffentlicht wurden, enthalten theils wichtige neue Thatsachen über die Mischung des Wirbelthierskelets im Allgemeinen, sowie zur vergleichenden Chemie desselben, theils liefern sie werthvolle Bestätigungen für verschiedene Fundamentallehren und Anschauungen der Knochenchemie, wie wir sie bereits auf den Grund deutscher Forschungen in unserer „Monographie der Knochen“ mitgetheilt haben.“ Ich will nicht behaupten, dass etwa die Resultate Frémy's mit der Lehre H. Müller's unvereinbar wären, aber ich kann sie mit demselben

Recht auch für die von mir gegebene Darstellung des Ossificationsprocesses anführen, d. h. sie entscheiden weder etwas in dem einen noch in dem anderen Sinne.

Plötzliche Umwandlung des chondrogenen Gewebes in kollagenes.

Frémy fand, als er in der Ossification begriffene Knochen untersuchte, dass der noch nicht mit Kalk imprägnirte Knorpel in der nächsten Umgebung des Knochenkernes beim Kochen in destillirtem Wasser nur Chondrin liefert, während die Substanz des Knochenkerns selbst ganz aus Glutin besteht. Es verwandelt sich demgemäss der Knorpel nicht allmählig in glutingebendes Gewebe um, sondern es geschieht dies plötzlich und genau an der Stelle, wo der Ossificationsprocess auch schon mit blossem Auge beobachtet wird. Dasselbe sagen eigentlich auch schon Joh. Müller's Untersuchungen aus, welche die vorwiegend durch Knorpelwachsthum sich vergrössernden Knochen betreffen. Wenn ein vollständig verknöchertes Sprungbein Glutin liefert, während die verknöchernde Substanz ein chondrogenes Gewebe ist, so ist das wohl im Wesentlichen dasselbe, als wenn man den bereits ossificirten Theil glutingebend und den nicht ossificirten chondringebend findet. Von Interesse ist, dass in den Knochen einiger Palmipeden nach Frémy neben der glutingebenden Substanz noch eine andere vorkommt, welche in Wasser vollständig unlöslich ist und zwar in solcher Quantität, dass der Knochen nach Entfernung der Kalksalze und des Leimes noch gänzlich seine Gestalt bewahrt. Diese Substanz ist dem Knochenleim isomer. Ich wüsste sonst Nichts aus Frémy's Mittheilungen aufzufinden, was H. Müller für sich verwenden könnte. Es ist ersichtlich, dass diese chemischen Resultate ebensogut die Auffassung gestatten, dass in dem Bereich des Ossificationspunktes ein neues verknöcherndesGewebe an die Stelle des chondringebenden Knorpels tritt, wie die entgegengesetzte, dass das chondringebende selbst in glutingebendes sich umsetzt.

Uebrigens ist es auch eine unerwiesene Voraussetzung

H. Müller's, dass das verknöchernde Gewebe des Periostes oder der Faserknorpel der Kopfknochen zu den glutingebenden Geweben gerechnet werden müssen. Noch hat meines Wissens Niemand dasselbe untersucht und es bleibt bis dahin die Möglichkeit offen, dass es ähnliche Veränderungen in seiner Zusammensetzung während der Verknöcherung erleidet, wie das chondringebende; dadurch, dass man es Bindegewebe nennt, wie man es gethan hat, sind seine chemischen Eigenschaften nicht aufgeklärt. Die Beobachtungen Frémy's deuten in der That auf eine solche Umwandlung hin; er entdeckte den neben dem glutingebenden in den Vogelknochen vorkommenden Stoff auch in den Fischgräten, von denen man annimmt, dass sie aus Bindegewebe hervorgehen.

Eben so dunkel ist die chemische Beschaffenheit des jungen Knorpels; Schwann erhielt aus den Knorpeln eines Schweinfötus nur eine äusserst geringe Menge eines nicht gelatinirenden Extractes, und Joh. Müller gewann aus einer Geschwulst in der Parotis, deren Gewebe dem jungen Knorpel auffallend ähnlich sah, nur Glutin. Ich erhielt von der Spitze der sich bildenden Geweihe, durch welche das Wachsthum der Geweihe stattfindet, nur Glutin und keine Spur von Chondrin. Es ist dies Gewebe jedenfalls junger Knorpel, welcher noch kein Chondrin enthält; das Glutin könnte von den reichlich vorhandenen Gefässen herrühren.

Die anderweitigen Resultate der Arbeiten Frémy's können Nichts zur Unterstützung der von mir bestrittenen Theorie H. Müller's beitragen. Frémy bestätigt, dass die Elementaranalysen keinen Unterschied zwischen Knochenknorpel, d. h. mit Säure behandelten Knochen oder Knochen ohne Erden und Glutin ergeben. Er stellt fest, dass der mit Säure behandelte Knochen sein gleiches Gewicht Glutin liefert; nur eine geringe Menge von organischer Substanz unbekannter Natur geht durch die Behandlung mit Säuren verloren, so dass man durch die Behandlung mit Säuren und Auflösung des zurückbleibenden Gewebes bis zu drei Procent weniger Glutin gewinnt, als durch Glühen des Knochens organischer Stoff verloren geht.

Ablagerung der Knochenerden.

Als die wesentlichen Bestandtheile der Knochenerde sieht Frémy an $PO^5 3CaO$, $PO^5 3MgO$ und CO^2CaO und ist der Ansicht, dass sie nur mechanisch in dem Gewebe abgelagert und nicht chemisch an dasselbe gebunden seien, was auch Schlossberger annimmt; die Gründe dafür sind, dass der Knochenknorpel d. h. der mit Säuren behandelte Knochen sich gerade so gegen Wasser, verdünnte Säuren und Alkalien verhält, wie der Knochen selbst und in dem Bau von letzterem nicht im mindesten abweicht. Hierzu muss ich bemerken, dass Joh. Müller auf diesen Thatbestand hin mit Bestimmtheit behauptete, dass man über diesen Punkt Nichts wisse. Wie schon oben angegeben wurde, geht häufig gleichzeitig mit der Ablagerung der Knochenerden eine Veränderung der Grundsubstanz in dem Lichtbrechungsvermögen vor, eben so häufig ist dies aber auch nicht der Fall. Die ersten mikroskopischen Ossificationspunkte in den verknöchernden Vogelsehnen sind nach Entfernung des Kalkes durch Säuren nicht mehr zu entdecken, das zu Grunde liegende Gewebe unterscheidet sich in Nichts von dem benachbarten; so verhält es sich auch mit dem Knorpel der Geweihe und der Röhrenknochen der Säugethiere und Vögel. Die erste Veränderung der Knorpelgrundsubstanz nimmt man mit der Erscheinung der Knochenkapseln wahr, denen die vorläufige Ablagerung der Erden vorangeht. In manchen Fällen erkennt man die Stellen der Knochen deutlich wieder, wo durch Säuren Erde extrahirt worden ist, z. B. bei den Knochen mancher Fische. Die Veränderung der Grundsubstanz ist daher von der Ablagerung der Kalksalze unabhängig. Das ergeben schon die Untersuchungen über die Verknöcherung des Sehnengewebes. Dafür würde auch sprechen, was mehrfach behauptet ist, dass die Umwandlung des verknöchernden Gewebes zu wahrem Knochengewebe bei Rhachitis vollständig zu Stande kommen könne, ohne dass sich überhaupt Kalksalze ablagern.

Zusammensetzung der Knochen verschiedener Thiere in verschiedenen Theilen und zu verschiedenen Zeiten.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Schichten eines und desselben Knochens bleibt sich gleich. Auch verschiedenes Alter bedingt keinen Unterschied; die ersten Ossificationspunkte bieten dieselben Verhältnisse, wie die Knochen im Greisenalter; dass letztere sich durch ihre Brüchigkeit auszeichnen, liegt nach Frémy's Untersuchungen nicht an einem grösseren Reichthum an Erden, sondern daran, dass sie schwammiger werden durch eine regelmässig auftretende Resorption. Nur die schwammige Knochensubstanz weicht erheblich von der compacten ab, wie wir dies durch die Untersuchungen von Frerichs wissen; Frerichs fand in compacten Knochen etwa acht Procent phosphorsaure Salze mehr als in spongiösen und beinahe ebensoviel organische Substanz weniger. Frémy hat dies bestätigt.

Es ist ersichtlich, dass die Untersuchungen Frémy's über die von H. Müller aufgestellte Lehre in chemischer Beziehung nirgends eine Entscheidung geben. Von denen anderer Forscher ist gleichfalls für unsere Frage kein Aufschluss zu entnehmen. Nur einige ältere Beobachtungen von Joh. Müller deuten an, dass die grobe Auswechselung des Chondrins gegen Glutin wenig für sich hat.

Früher stellte Kölliker die Vermuthung hin, dass wohl alle aus Knorpel hervorgehenden Knochen Chondrin geben möchten, während die aus dem weichen glutingebenden Gewebe hervorgehenden Glutin liefern. Er meint, man hätte doch gewöhnlich Röhrenknochen analysirt und in diesem sei von den ursprünglich knorpelig angelegten Knochen nichts mehr vorhanden, weil während des Wachsthums sich glutingebendes an seine Stelle setze; er fand jedoch in der unteren Epiphyse des Femur eines 18jährigen Menschen und dem Siebbeine des Kalbes nur wenig Chondrin und vorzüglich Glutin. Schlossberger kochte die Apophyse eines ausgewachsenen menschlichen Oberschenkels nach ihrer Extraction mit Salzsäure im

Papin'schen Topf und beobachtete in der Lösung durchaus nur Glutinreaction. v. Bibra stellte aus den Diaphysen der Röhrenknochen eines alten Bären ausser Glutin auch Chondrin dar, ebenso aus den Diaphysen der Röhrenknochen eines 6 Wochen alten Hundes, aus den Rippen eines Löwen hingegen gewann er nur Glutin. Aus Fischknochen erhielt er öfters fast nur Glutin z. B. aus den Rückenwirbeln von *Cyprinus Carpio*, wo sich nach 18stündigem und längerem Kochen nur Spuren einer Chondrinreaction zeigten; in andern Fällen fiel letztere stärker aus, z. B. bei den Wirbeln des Hechtes. Joh. Müller entdeckte in den Rückenwirbeln des Schwertfisches nur Glutin. Ueberdies ist das Glutin und das Chondrin der Fische nicht immer ganz in Uebereinstimmung mit denselben Stoffen der Säugethiere, namentlich gelatinirt es von manchen nicht. Schlossberger meint, möglicher Weise hätte v. Bibra zuweilen die Chondrinreaction mit der von Eiweisskörpern verwechselt, jedenfalls wäre es aber leicht möglich, dass bei recht umsichtiger Prüfung für jede von den Histologen als eigenthümlich erkannte Modification des leimgebenden Gewebes auch noch eine wenigstens in einigen Beziehungen bezeichnende Leimart aufgefunden würde.

Die oben angedeuteten Untersuchungen Joh. Müller's betreffen die Knorpel und Pflasterknochen der Knorpelfische. Der Knorpel der Knorpelfische giebt danach eine dem Knorpelleim der höheren Thiere chemisch ganz ähnliche, aber nicht gelatinirende Materie. Der Pflasterknochen hingegen scheint ihm beim Kochen keinen Leim zu geben, es lösten sich nur seine einzelnen Scheibchen von einander zu einer Art von Pulver nach mehrtägigem Kochen. Daraus würde folgen, dass der Knorpel sich während der Kalkablagerung verändert, ohne dass es zur Bildung von strahligen Knochenhöhlen zu kommen brauchte (Poggendorff's Annalen 1836). Marchand hingegen bemerkt, dass sich die thierische Grundlage des pflasterförmigen Knochens schon nach längerem Liegen in Wasser auflöste. Poggendorff's Annalen 1836).

Aus den soeben mitgetheilten chemischen Daten geht hervor, dass mit Sicherheit noch nicht darüber entschieden wer-

den kann, ob der hyaline Knorpel selbst während der Kalkablagerung sich in Glutin umsetze oder irgend eine Veränderung in seiner Zusammensetzung erleide, oder ob dies nicht der Fall ist. Eine Entscheidung wird bei den mannichfaltigen Schwankungen in den Eigenschaften der Leimarten bei verschiedenen Thieren nur dadurch herbeizuführen sein, dass man den verknöchernden hyalinen Knorpel und den daraus hervorgehenden Knochen bei einer und derselben Thierart untersucht.

Chondrin im Knorpel der Geweihe.

Die Angaben der Chemiker weichen in Betreff der Reactionen der Chondrinlösungen so vielfach von einander ab, dass hierin schon eine Bestätigung der Ansicht Schlossberger's zu liegen scheint, wonach eben so viele Variationen der Leimarten in chemischer Beziehung gefunden werden könnten, als histologische Variationen der Bindesubstanzen vorkommen, vorausgesetzt, dass nicht Beimengungen den Unterschied bedingen. Uebereinstimmend sind die Aussagen über die Einwirkung der Essigsäure, diese fällt das Chondrin aus der Lösung und löst den Niederschlag selbst im starken Ueberschuss nicht wieder auf. Im Glutin erzeugt sie keinen Niederschlag. Ueber die Mineralsäuren, wie Schwefelsäure, weichen die Angaben unter einander ab, insofern die dadurch entstehenden Fällungen von Joh. Müller und Anderen für löslich im Ueberschuss erklärt werden, während Simon sie unlöslich darin fand. Ebenso ist es mit dem Alaun. Die durch schwefelsaures Kupferoxyd entstehenden Niederschläge sah Simon sich im Ueberschuss des Reagens wieder auflösen, Trommer hingegen nicht. In Glutinlösungen erzeugen alle diese Körper keine Fällungen und ist das ein durchgreifender Unterschied; Gerbsäure dagegen fällt Knochenleim stark, während sie in Chondrinlösungen keinen Niederschlag hervorruft; etwa dadurch hervorgebrachte Trübungen sollen von Beimengungen herrühren.

Von einem im Wachsthum begriffenen Hirschgeweih wurde die Lage des noch nicht mit Knochenerden imprägnirten hya-

lischen Knorpels in feine Stücke zerschnitten und so lange in destillirtem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur extrahirt, bis dies keine Spur irgend eines Stoffes mehr aufnahm. Nach 6stündigem Kochen verhielt sich die von den ungelösten Knorpelstücken abfiltrirte wässerige Lösung gegen Reagentien folgendermaassen:

Essigsäure erzeugte eine schwache im Ueberschuss des Fällungsmittels verschwindende Trübung;
Chlorwasserstoffsäure,
schwefelsaures Kupferoxyd und
Alaun brachten dieselbe Wirkung hervor.
Gerbsäure erzeugte eine starke Fällung.

Die Lösung des von der Essigsäure hervorgerufenen Niederschlages im Ueberschuss des Fällungsmittels gab mit Ferrocyankalium einen Niederschlag. Die wässerige Lösung gelatinirte beim Erkalten.

Es war sonach Glutin vorhanden mit geringer Beimengung von Eiweisskörpern.

Nach weiterem 20stündigem Kochen zerfielen die angewandten Knorpelstücke vollständig und blieben nur kleinere Partikeln zurück. Die filtrirte Lösung gelatinirte beim Erkalten. Die in Wasser gelöste Substanz gab

mit Essigsäure einen starken im Ueberschuss nicht löslichen Niederschlag,
ebenso mit Salzsäure,
Alaun,
schwefelsaurem Kupferoxyd;
Gerbsäure erzeugte eine starke Fällung.

In der Flüssigkeit, welche von dem mittelst Essigsäure gewonnenen Niederschlag abfiltrirt war, gab Ferrocyankalium keinen Niederschlag, wohl aber Gerbsäure.

Die wässerige Lösung des Knorpels enthielt sonach ein Gemenge von Glutin und Chondrin. Bemerkenswerth ist nur, dass Chlorwasserstoffsäure hier einen im Ueberschuss nicht löslichen Niederschlag gab, was von Chondrinlösungen H. Simon für Schwefelsäure angeführt hat.

Glutin im verknöcherten Knorpel.

Wenn an die Stelle des Chondrin im verknöcherten Knorpel des Geweihes Glutin tritt, so musste sich das an einem jungen Geweih feststellen lassen, in welchem die Gefässkanäle noch nicht von der später auftretenden, von einer jungen Bindesubstanz herrührenden Knochenmasse ausgefüllt waren. Hier wäre die Möglichkeit gegeben, nur aus Knorpel hervorgegangene Knochen rein zu untersuchen. Es wäre das Kölliker's verkalkter Knorpel mit sternförmigen Knochenhöhlen. Von einem Geweih in diesem Stadium der Verknöcherung untersuchte ich ein Stück erst mikroskopisch und fand dasselbe so vollständig in Knochen übergegangen, dass nirgends Glomeruli oder Knochenkapseln noch sichtbar waren, was im Ganzen nur selten vorkommt; gewöhnlich sind selbst im ausgewachsenen Geweih nach dem Abstreifen des Hautüberzuges noch immer Stellen vorhanden, wo der Knorpel nicht vollständig in Knochen umgewandelt ist. Ein anderes Stück wurde zerraspelt und so lange mit Wasser behandelt, bis dieses nichts mehr aufnahm. Hierauf wurde die Substanz 6 Stunden lang gekocht. In der filtrirten Flüssigkeit lieferten

Essigsäure,
Chlorwasserstoffsäure,
schwefelsaures Kupferoxyd,
Alaun

äusserst schwache, im Ueberschuss des Fällungsmittels lösliche Trübungen;

Gerbsäure

dagegen einen starken Niederschlag.

Die in der überschüssigen Essigsäure aufgelöste Substanz wurde durch Ferrocyankalium gefällt. Die Lösung gelatinirte beim Erkalten.

Die Trübungen rührten wie oben jedenfalls von Eiweisskörpern her.

Nach fernerem 20stündigen Kochen des zerraspelten Knochens waren die erwähnten Trübungen durch die angegebenen Reagentien nicht mehr in der Flüssigkeit zu entdecken, sondern

wurde durch keines derselben ein Niederschlag erhalten, mit Ausnahme der Gerbsäure, welche eine starke zusammenballende Fällung erzeugte. Die Flüssigkeit gelatinirte beim Erkalten.

Es geht hieraus hervor, dass an die Stelle des chondrogenen Gewebes während der Verknöcherung ein kollagenes getreten war.

Wie erwähnt, sind selbst in den ausgewachsenen Geweihen in der Regel noch Reste nicht metamorphosirten Knorpels vorhanden. Untersucht man ein solches in derselben Weise, so findet man nach 6stündiger Glutinreaction und nach weiterem mehrstündigen Kochen schon starke Reaction auf Chondrin vor, wie bereits v. Bibra angiebt und ich bestätigen kann. Hervorzuheben ist die bereits von mehreren Forschern gemachte Bemerkung, dass Leim bei den Geweihen schneller in Lösung übergeht, als bei anderen Knochen. Eigenthümlich verhält er sich auch insofern nach Mulder's Beobachtung, dass er, mit Weingeist ausgekocht und dann bei 125° getrocknet, seine Löslichkeit in Wasser verliert.

Hyaliner Knorpel der Knorpelfische.

Da sich herausgestellt hat, dass der hyaline Knorpel im Skelet der Knorpelfische eine bedeutende Veränderung während der Kalkablagerung erleidet, indem er ein anderes Lichtbrechungsvermögen annimmt und sich an den mit Säuren behandelten Präparaten mit scharfer Grenze gegen den unverknöcherten Theil absetzt: so liess sich erwarten, dass auch chemisch eine Veränderung der Grundsubstanz nachweisbar sein würde. Es wäre dann dargethan, dass „verkalkter Knorpel mit wahren Knorpelhöhlen" eine Umsetzung seiner Substanz erfährt, welche man an demselben für unmöglich hielt.

Hyaliner Knorpel von einem in Spiritus aufbewahrten Exemplare von *Galeus canis*, der noch keine Kalkerden aufgenommen hatte, wurde in kleine Stücke zerschnitten und in destillirtem Wasser gekocht. Nach etwa 6 Stunden war fast alles aufgelöst, die Zellen schwammen meist unverbunden in der Flüssigkeit um-

her, nur wenige hingen noch durch Grundsubstanz zusammen. Die klare wässerige Lösung verhielt sich genau so, wie es Joh. Müller angiebt; sie gelatinirte nicht und stimmte insofern mit dem Leim aus den Knochen mancher Knochenfische überein, der auch nicht gelatinirt, sonst aber die Reactionen des Glutins zeigt.

Essigsäure machte einen starken im Ueberschuss des Reagens unlöslichen Niederschlag;

Alaun brachte dieselbe Wirkung hervor;

Chlorwasserstoffsäure gab eine im Ueberschuss des Fällungsmittels verschwindende Trübung;

Gerbsäure erzeugte eine schwache Trübung.

Es sind dies die hauptsächlichen Reactionen des Chondrin. Die auch sonst häufig in Chondrinlösungen entstehende Trübung durch Gerbsäure dürfte auf Rechnung einer geringen Beimengung von Glutin kommen, die um so schwieriger hier zu vermeiden sein dürfte, da sich das Perichondrium nicht leicht vollständig von dem Knorpel ablösen lässt.

Eine nicht unwesentliche Abweichung vom Chondrin zeigt sich darin, dass die Flüssigkeit nicht gelatinirt. Dass sich die Grundsubstanz vielleicht auch nach längerem Kochen nicht vollständig auflöst, kann nach den Versuchen von Zellinsky nicht auffallen, welche auf Reichert's Veranlassung unter der Leitung von C. Schmidt angestellt wurden und ergaben, dass selbst nach mehrtägigem Kochen im Papin'schen Digestor immer noch Reste der Grundsubstanz von den verschiedensten Bindesubstanzen ungelöst zurückbleiben.

Knorpelknochen.

Von demselben Fisch wurden mehrere Wirbel zerraspelt und in destillirtem Wasser 15 Stunden lang gekocht. Wenn die Knorpelgrundsubstanz während der Kalkablagerung keine chemisch nachweisbare Veränderung erlitten hatte, so musste fast alle organische Substanz in Lösung übergegangen sein und der Rückstand durfte nur aus Kalksalzen bestehen. Dies war durchaus nicht der Fall. Die angewandten Knochenstücke

hatten ihre Gestalt bewahrt, die Knochensubstanz war aber brüchiger und zerreiblich geworden; sie enthielt indessen noch immer leimgebendes Material.

Die wässerige Lösung war nicht zum Gelatiniren zu bringen. Sie gab eine äusserst schwache, im Ueberschuss lösliche Trübung mit

Essigsäure,

Chlorwasserstoffsäure,

Alaun;

mit Gerbsäure hingegen einen starken Niederschlag.

In der mit Essigsäure versetzten Flüssigkeit erzeugte Ferrocyankalium einen schwachen Niederschlag. Die mit Essigsäure und Chlorwasserstoffsäure entstehenden im Ueberschuss der Fällungsmittel löslichen Trübungen sind sonach auf in geringer Menge vorhandene Eiweisskörper zu beziehen.

Es ergiebt sich hieraus, dass der hyaline Knorpel während der Verknöcherung eine chemische Veränderung erlitten hat; während der unverknöcherte Knorpel die Chondrinreaction gab, so giebt der verknöcherte die Reaction auf Glutin und ist schwieriger löslich, zum Theil vielleicht unlöslich, so dass man an eine ähnliche Umwandlung der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels bei den Fischen zu denken hätte, wie sie Frémy bei einigen Vögeln beobachtete.

Man könnte noch an die Möglichkeit denken, dass die Auflösung des Knochens durch die Anwesenheit der Kalksalze erschwert werde. Um auch hierüber ins Klare zu kommen, wurden mehrere Wirbel von demselben Fische mit verdünnter Salzsäure behandelt, bis die Kalkerden entfernt waren und dann so lange mit destillirtem Wasser ausgewaschen, bis dies nicht mehr sauer reagirte. Hierauf wurde die Substanz 15 Stunden lang in destillirtem Wasser gekocht; die angewandten Stücke hatten ihre Form nicht erheblich verändert, es war jedoch ziemlich viel in Lösung übergegangen. Dieselbe verhielt sich folgendermaassen:

Essigsäure erzeugte eine im Ueberschuss sogleich verschwindende Trübung; hierauf hinzugefügtes Ferrocyankalium machte einen schwachen Niederschlag;

Chlorwasserstoffsäure verhielt sich ebenso;

Alaun desgleichen;

Gerbsäure hingegen erzeugte eine starke Fällung.

Nach nochmaligem 6stündigen Kochen waren die Wirbel in äusserst kleine Stücke zerfallen, an denen der ursprüngliche Bau noch sichtbar war. In den Reactionen der Lösung zeigte sich keine Veränderung.

Wurde ein Stück Knorpel, welches einen Verknöcherungspunkt enthielt, zuerst mit Salzsäure behandelt zur Entfernung der Kalkerden, und dann mit destillirtem Wasser gekocht, so löste sich nach 6 Stunden der hyaline Knorpel fast bis auf die Zellen auf, wogegen das mit Knochenerde imprägnirt gewesene Gewebe noch vollständig unversehrt erschien.

Von der Schicht „verkalkten Knorpels", welche sich bei Säugethieren und Vögeln unmittelbar unter dem hyalinen Knorpel der Gelenkenden der Röhrenknochen befindet, konnte ich keine Untersuchung vornehmen; da es mir auch noch nicht gelungen ist, in diesem die Existenz der Knochenkapseln nachzuweisen, so ist dessen Uebereinstimmung mit dem Knorpelknochen noch nicht völlig erwiesen; es spricht für diese aber, dass er sich in mit Säuren behandelten Präparaten scharf gegen den angrenzenden hyalinen Knorpel absetzt.

Die vorstehenden Untersuchungen lehren, dass hyaliner Knorpel, wie früher erkannt wurde, ebenso wie andere Bindesubstanzen verknöchert, und dass seine Verknöcherung mit körnig oder homogen erscheinender Ablagerung der Knochenerden beginnt. Homogen erweist sich die Ablagerung bei der Ossification der Röhrenknochen der Fledermäuse, körnig bei der der Geweihe. Im ersteren Falle trat schon vor der Ablagerung eine Aenderung in dem Lichtbrechungsvermögen der Grundsubstanz des Knorpels auf, während die Zellen an Grösse zunehmen; durch sehr wenig Zwischensubstanz von einander getrennte Zellenhaufen werden von gröberen Septen umschlossen.

Wenn die Grundsubstanz des Knorpels zu Knochen werden soll, so muss sie bedeutenden Veränderungen unterliegen. Diese zeigen sich zuerst in Form der Knochenkapseln (Brandt). Rings

um die Knorpelzelle erscheint der junge Knochen zuerst in Form einer Kugelschale, die mikroskopisch als ein feiner Ring um die Zelle erscheint. Dieser Ring wird immer breiter oder rückt immer mehr in die Substanz des hyalinen Knorpels hinein. Wir fanden an der Verknöcherungsgrenze, z. B. beim Calcaneus junger Hunde, wie einzelne oder auch Gruppen von Knorpelzellen von einer im Lichtbrechungsvermögen vom hyalinen Knorpel ganz abweichenden Substanz eingeschlossen waren, ohne dass die Zellen irgend eine Veränderung kund gaben. Sowohl mit Salzsäure als auch mit Chromsäure behandelte Knochen erwiesen sich zur Untersuchung geeignet. An einzelnen Stellen tritt diese veränderte Grundsubstanz in Zusammenhang mit bereits strahlige Knochenkörper führendem Knochen und stimmt mit diesem vollständig im Lichtbrechungsvermögen überein. Dieselbe Veränderung der Grundsubstanz findet sich auch beim verknöchernden Knorpel der Knorpelfische, wo niemals strahlige Knochenkörper entstehen. Auch hier erscheint zuerst die Grundsubstanz rings um die einzelnen Knorpelzellen verändert; es verbreitet sich aber diese Erscheinung bald über die ganze Grundsubstanz, indem die einzelnen Ringe wachsen und zusammenfliessen. Wenn die Verknöcherung schon über grössere Strecken sich ausgedehnt hat, so können nur die Umfänge der nächsten Zellen die Veränderung eingehen und rückt alsdann die Grenze des metamorphosirten Knorpels im Ganzen immer weiter in den unveränderten hyalinen Knorpel hinein vor. Bleibt die Ossification in diesem Stadium stehen, so ist die Form des Knochens entstanden, welche Joh. Müller Pflaster- oder cellulären Knochen genannt und bei den Knorpelfischen in grosser Ausdehnung beobachtet hat; es fehlen ihr die strahligen Knochenkörper, und sind statt dessen rundliche vorhanden, wie diese ja auch im Knochen vorkommen, die nicht aus hyalinem Knorpel hervorgehen, z. B. in den Gräten vieler Knochenfische. Diese Form des Knochens unterscheidet sich wesentlich von dem mit Kalkerden imprägnirten Knorpel, bevor es zur Bildung der Knochenkapseln gekommen ist. Denn die Grundsubstanz von letzterem erweist sich ganz in Uebereinstimmung mit der des nicht verirdeten

Knorpels, und weicht gänzlich von der des Knochens ab. Es ist durchaus falsch, den sogenannten verkalkten Knorpel der Röhrenknochen der Säugethiere mit dieser Substanz zu identificiren, wie es neuerdings geschehen ist. Das Verhalten gegen polarisirtes Licht lässt gleichfalls eine Uebereinstimmung der letzteren Substanz mit wahrem Knochen und einen Unterschied vom hyalinen Knorpel feststellen.

Bilden sich während der Zeit, wo die Knochenkapseln noch nicht mit einander zusammengeflossen sind, schon sternförmige Knochenkörper in ihnen aus, so treten die Glomeruli auf; sind schon einzelne zuvor zusammengeflossen, so entsteht der Anschein, als hätten sich innerhalb einer Höhle des sogenannten verkalkten Knorpels mehrere Knochenkörper aus einer anderen Bindesubstanz gebildet. Dies ist irrthümlicher Weise in der That von H. Müller angenommen worden und hat besonders die Grundlage seiner Theorie der Verknöcherung geliefert. Fliessen die Knochenkapseln schon sämmtlich vor der Entstehung der strahligen Knochenkörper zusammen, so kommt es gar nicht zur Erscheinung der Glomeruli; dies findet sich zuweilen auch bei Knochen von Säugethieren.

Es entstehen aber nicht immer Knochenkapseln bei der Verknöcherung des hyalinen Knorpels, und finden wir hier eine Uebereinstimmung mit dem Faserknorpel der Kopfknochen und der den Knochenkörpern zu Grunde liegenden Bindesubstanz der Vogelsehnen. Beim mit Säure behandelten Geweih beobachteten wir, dass die strahligen Knochenhöhlen zuerst im Umfange der schon im Knorpel vorhandenen Gefässkanäle auftreten, indem ein feiner Saum vollendeter Knochensubstanz ihre Wände auskleidet. An dieser Stelle nahmen wir weder Knochenkapseln noch Glomeruli vorher wahr; es grenzt sich der fertige Knochen auch nicht durch eine scharfe Grenze gegen den benachbarten bereits mit Erden imprägnirt gewesenen Knorpel ab und dieser wieder nicht gegen den noch nicht verirdeten. Die Umwandlung der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels in die des Knochens geschieht vielmehr ganz allmählig und gleichmässig durch grössere Partien des Geweihes. Es ist dies aber nicht immer der Fall. Es finden sich viel-

mehr Stellen, wo mitten im reifen Knochen Inseln und Säulen von unverändertem Knorpel liegen. Diese setzen sich buchtig gegen den Knochen ab und sind scharf von ihm geschieden. Die Veränderung der Grundsubstanz rückt hier plötzlich unter sinuöser Randbegrenzung in den Knorpel hinein vor, welcher bereits auch schon mit Knochenerde imprägnirt ist. Hier und da treten in diesen Knorpelinseln selbst wieder Knochenkapseln und Glomeruli vereinzelt oder auch zu mehreren zusammengeflossen auf, d. h. die Metamorphose des Knorpelgewebes beginnt mitten im letzteren in der Art, dass sie nur im nächsten Umfang einer Knorpelhöhle auftritt, während sie in einiger Entfernung davon noch nicht wahrgenommen werden kann. Der Verknöcherungsprocess kommt häufig an einzelnen Partien der Geweihe nicht über dies Stadium hinaus, wie auch angegeben wurde, dass grosse Strecken bisweilen nicht zu compactem Knochen sich entwickeln, indem die Gefässkanäle nicht ausgefüllt werden.

Die Knochenkörper gehen nicht aus sternförmigen Zellen eines besonderen „osteoiden" Gewebes hervor, welches sich an die Stelle des zu Grunde gehenden hyalinen Knorpels setzt, sondern direct aus den Zellen desselben. Beim Geweih fanden wir, wie die Knorpelhöhlen während der fortschreitenden Kalkablagerung sich mehr und mehr verengen, indem neue Grundsubstanz an die Höhlenwandung sich ablagerte; jedoch bleiben feine Kanäle zurück, welche die Anfänge der Knochenkörperstrahlen darstellen; diese verlängern sich später noch durch Resorption von Grundsubstanz. Die Verengerung der Knorpelhöhlen folgt insofern dem Verlauf der Gefässe, als die weit grösseren Längsdurchmesser der Knochenhöhlen in der Regel in der Längsaxe der Gefässe liegen, in deren Umgebung sie sich befinden. Dass die Knorpelzellen auswachsen und im fertigen Knochen unter einander anastomosiren, ist eine unbegründete Annahme. Beim Beginn der Knochenhöhlenbildung hängen die Knorpelhöhlen niemals unter einander zusammen, sondern sind vollständig gegen einander abgeschlossen; nur wenn Markräume entstehen, kann eine Communication eintreten, dann bildet sich aber hier kein Kno-

chen, sondern Markgewebe. Was von H. Müller als Bildungszustand von Knochenkörpern dargestellt ist, nämlich zur Hälfte in einer Aushöhlung des Knochens liegende und zur anderen Hälfte frei hervorragende sternförmige Zellen, ist nur Kunstproduct; bei den verknöchernden Geweihen lassen sich nicht selten diese Erscheinungen beobachten; aber der Vergleich mit dem unversehrten Präparat lehrt sogleich, dass hier jedesmal Knochensubstanz weggerissen ist und zwar so, dass zufällig längst geschlossene Knochenhöhlen wieder geöffnet wurden.

Die Lamellen entstehen nicht durch allmählige Anlagerung von jungem Knochengewebe und sind keine Wachsthumserscheinung, wie vielfach angenommen wurde, sondern werden in dem schon vorhandenen ossificirenden Gewebe sichtbar. In der verknöchernden Sehne treten sie in dem Sehnengewebe selbst hervor, von einem allmähligen schichtweisen Wachsthum kann hier gar keine Rede sein, das verknöchernde Gewebe ist längst vor dem Auftreten der ersten Ossificationspunkte da. Auch bei der periostalen Verknöcherung bemerkt man anfangs die Lamellen häufig nicht, selbst wenn schon Kalk abgelagert ist. Im Knorpel der Geweihe wird eine lamellöse Streifung sichtbar, sobald die Knochenkörper auftreten, und dieser Knorpel entsteht nicht während der Ossification. Das sinuöse Vorrücken der veränderten Grundsubstanz spricht gleichfalls gegen eine solche Auffassung. Endlich treten Brücken zwischen bereits verknöcherten Knorpelpartien auf und verbinden diese unter einander, was gleichfalls mit dem schichtweisen Wachsthum nicht vereinbar ist.

Wenn man in dem verknöchernden Gewebe der Schädelknochen, dem Faserknorpel, eine Entstehung der Lamellen durch schichtweises Wachsthum annehmen wollte, so müsste man die Möglichkeit der Ossification dieses Gewebes selbst läugnen; denn der Faserknorpel hat in der That einen faserigen Bau und in den sich bestimmt gegen einander abgrenzenden Bindegewebssträngen ist vor der Verknöcherung keine Andeutung eines schichtweisen Wachsthums zu entdecken, erst

wenn die Verknöcherung stattgefunden hat, sind die Lamellenzüge sichtbar.

Die chemische Untersuchung lehrt, dass bei der Verknöcherung des hyalinen Knorpels im Geweihe das chondrogene Gewebe in kollagenes übergeht, und dass also auch in chemischer Beziehung kein Grund vorliegt, den Ausdruck „verkalkter Knorpel" beizubehalten. Der hyaline Knorpel der Geweihe giebt nach längerem Kochen in destillirtem Wasser eine Leimsubstanz, welche in den wesentlichsten Punkten eine Uebereinstimmung mit dem Chondrin der permanenten und verknöchernden Knorpel zeigt; dieselbe gelatinirt nämlich und liefert einen Niederschlag mit Essigsäure, der sich im Ueberschuss des Fällungsmittels nicht wieder auflöst, ferner erzeugt sie Niederschläge mit Alaun, schwefelsaurem Kupferoxyd, aber nicht mit Gerbsäure. Das aus dem Knorpel hervorgegangene Knochengewebe dagegen giebt Glutin; die wässerige Lösung gelatinirt, wird durch Essigsäure, schwefelsaures Kupferoxyd nicht gefällt, wohl aber durch Gerbsäure. Wenn auch zum Nachweis der vollständigen Uebereinstimmung mit den bekannten Leimarten die Elementaranalyse noch erforderlich wäre, so geht doch aus den mitgetheilten Untersuchungen wenigstens soviel mit Sicherheit hervor, dass während des Ossificationsprocesses das Gewebe eine wesentliche Veränderung erleidet, die sich durch ganz verschiedene Reaction seiner wässerigen Lösung offenbart. Dasselbe gilt von dem verknöchernden Knorpel der Plagiostomen. Dieser löst sich vor der Verknöcherung nach mehrstündigem Kochen in Wasser so vollständig auf, dass fast nur die Zellen übrig bleiben, und giebt ähnliche Reactionen, wie Chondrin, was Joh. Müller bereits festgestellt hat. Essigsäure macht einen im Ueberschuss derselben unlöslichen Niederschlag; Alaun wirkt ebenso; Gerbsäure macht nur eine schwache Trübung, die jedenfalls auf Spuren beigemengten Leimes zu beziehen ist. Die Lösung gelatinirt nicht.

Der von demselben Fisch entnommene verknöcherte Knorpel zeigt ganz andere Löslichkeitsverhältnisse und völlig abwei-

chende Reaction. Er löst sich äusserst schwierig und nur zu einem Theile auf, so dass es dahin gestellt bleiben muss, ob nicht neben Leim zugleich eine in Wasser völlig unlöslich gewordene Substanz während der Ossification entsteht, oder falls solche schon vorhanden ist, sich bedeutend vermehrt. Der in Lösung übergegangene Stoff giebt mit Essigsäure keinen im Ueberschuss löslichen Niederschlag, sondern nur eine schwache leicht verschwindende Trübung; auf die essigsaure Lösung wirkt Ferrocyankalium ein, und deutet dies auf Beimengung von einem Eiweisskörper; Gerbsäure hingegen erzeugt starke Niederschläge. Kocht man ein in der Verknöcherung begriffenes Stück von demselben Knorpel, nachdem man zuvor mit verdünnter Salzsäure die Kalksalze, und hierauf die Säure durch Behandlung mit destillirtem Wasser entfernt hat, so löst sich das Knorpelgewebe rings um den Ossificationspunkt nach mehrstündigem Kochen in Wasser bis auf die Zellen vollständig auf, während die Grundsubstanz des ossificirten in derselben Zeit noch keine sichtbaren Veränderungen darbietet.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVIII. Fig. 1. Querschnitt durch den oberen Theil der Diaphyse eines Oberarmbeins der Fledermaus. Die Knorpelzellen stehen in Gruppen zusammen, die durch viel Grundsubstanz von einander getrennt sind. Die Grundsubstanz verhält sich wie gewöhnlich beim Knorpel.

Fig. 2. Etwas näher dem Verknöcherungsrande entnommener Querschnitt desselben Knochens. Die Knorpelzellen sind grösser, die Gruppen kleiner; das Brechungsvermögen des Knorpels ist verändert. In jeder Gruppe sind die einzelnen Zellen durch feine Septa von einander getrennt. Die Zellen sind zusammengeschrumpft.

Fig. 3. Längsschnitt durch denselben Knochen. Der obere Theil des Knorpels ist verirdet, der untere Theil noch nicht. Innerhalb der Knorpelhöhlen liegen die zusammengeschrumpften Zellen.

Fig. 4. Etwas tiefer geführter Querschnitt durch denselben mit Salzsäure behandelten Knochen. Innerhalb der Knorpelhöhlen, die ihre zusammengeschrumpften Zellen theilweise noch enthalten, beginnt sich eine feine Schicht jungen Knochens abzulagern, die hin und wieder sich von der Höhlenwand ablöst.

Fig. 5. Junge verknöchernde Bindesubstanz aus der Spitze eines

wachsenden Geweihes. In einer durch feine Körnchen getrübten homogenen Substanz nimmt man rundliche Kerne mit Kernkörpern wahr. Zellengrenzen sind noch nicht sichtbar.

Fig. 6. Etwas näher vom Verknöcherungsrand entnommener Schnitt durch dasselbe Gewebe. Die Zellengrenzen werden deutlich, und das Gewebe nimmt schon den Charakter des hyalinen Knorpels an. Die Zellen sind in die Länge gezogen.

Fig. 7. In den mehr rundlichen Knorpelhöhlen liegen zusammengeschrumpfte Zellen. In den Septen beginnt theilweise die Kalkablagerung.

Taf. XIX. Fig. 8. Gefässkanäle mit junger, verknöchernder Bindesubstanz, in der an den Rändern Zellen mit deutlicher Umgrenzung auftreten, was nach der Mitte zu nicht der Fall ist. Der junge Knochen zeigt noch zum Theil die noch rundlichen Höhlen wie der ursprüngliche Knorpel, zum Theil in der Entstehung begriffene gezackte Knochenkörper.

Fig. 9. Knochenstück, welches vier Gefässkanäle begrenzt; in der Mitte sind die Knochenhöhlen noch in der Bildung begriffen, gegen das Gefäss zu ist hingegen der Knochen bereits vollendet. Der Schnitt ist durch ein mit Chromsäure behandeltes junges Geweih nahe der Spitze geführt.

Fig. 10. Querschnitt von einem alten nicht vollständig verknöcherten, nicht mehr mit Periost versehenem Geweih. Es ist eine Insel hyalinen verirdeten Knorpels die Metamorphose zur Knochensubstanz nicht eingegangen und durch eine scharfe Trennungslinie gegen den vollendeten, aus Knorpel entstandenen Knochen abgegrenzt. Der Knochen war mit einem Gemenge von Chromsäure und Salzsäure bis zur vollständigen Extraction der Kalkerden behandelt. Gegen den hyalinen Knorpel hin sind die Knochenkörper noch nicht sämmtlich ganz ausgebildet, sondern setzen sich als Knochenkapseln gegen denselben mit deutlicher Grenze ab, während sie von der vollendeten Knochensubstanz sich nicht abscheiden.

Fig. 11. Querschnitt durch den Ambos eines erwachsenen Menschen. Die Ossification des hyalinen Knorpels ist nicht vollendet. Die Verirdung erstreckt sich auch über den hyalinen Knorpel hin. In letzterem stehen die Knorpelhöhlen zum Theil vereinzelt, zum Theil in Gruppen, sind aber auch in diesem durch Septa von Grundsubstanz begrenzt, die theilweise bei der Führung der Schnitte nicht zerstört wurden. Weiter nach aussen sind die Knochenkörper in der Ausbildung begriffen; es verengen sich die Knorpelhöhlen und die gezackten Knochenhöhlen treten auf. Gegen den vollendeten lamellösen Knochen hin verschwimmen die Grenzen der Glomeruli. Der Knochen wurde mit Salzsäure extrahirt.

Fig. 12. Querschnitt von dem mit Salzsäure behandelten Calca-

neus eines jungen Hundes. Die verirdete Knorpelgrundsubstanz ist zum Theil um grössere oder kleinere Zellengruppen verändert und hat das Lichtbrechungsvermögen des Knochens angenommen. An einer Stelle hängt sie durch eine schmale Brücke mit einer um ein Gefäss liegenden Lamelle vollendeten Knochens zusammen. In der Knorpelhöhle liegen überall dieselben zusammengeschrumpften Knorpelzellen.

Fig. 13. Querschnitt von dem Seitenbeine eines Kindes in der Nähe der Naht. Zum grössten Theile ist noch die Sehnenstructur vorhanden, zum anderen Theile ist der Knochen vollständig entwickelt, nämlich im Umkreis der Gefässe.

Fig. 14. Längsschnitt von demselben Knochen. Die Kalksalze sind durch Phosphorsäure extrahirt.

Taf. XX. Fig. 15. Querschnitt von dem verknöchernden mit Salzsäure behandelten Schildknorpel des Rindes. Mitten in der Grundsubstanz des Knorpels treten unabhängig von den Zellen kugelige, ovale und unregelmässig gestaltete, von concentrischen Lamellen begrenzte Gebilde auf. Durch eine ähnliche Streifung setzt sich der verirdete Knorpel gegen den unverirdeten ab.

Fig. 16. Querschnitt von der verknöcherten Sehne eines *Crax alector* mit Knochenkörpern und Lamellen, welcher im polarisirten Licht nicht die Erscheinungen des Knochens, sondern der Sehne darbietet.

Fig. 17. Längsschliff von der Ansatzstelle der Achillessehne vom Calcaneus des Menschen. Senkrecht zur Richtung der Sehne ziehen feine Kanäle, andere weit feinere der Länge nach. Die Knorpelhöhlen sind nicht sternförmig, sondern rundlich.

Fig. 18. Querschnitt von einer mit Salzsäure behandelten Kniescheibe des Hirsches, und zwar die Ansatzstelle des Quadriceps femoris. Vergrösserung überall etwa 300fach.

Fig. 19. Querschliff von einem vollständig ausgebildeten Geweih. Die Havers'schen Kanäle sind mit dem aus junger Bindesubstanz nachträglich hervorgehenden Knochengewebe ausgefüllt. Schwache Vergrösserung.

Bemerkungen über die elektrischen Organe der Fische.

Von

Dr. Robert Hartmann.

(Vergl. Jahrgang 1861, S. 646—670 dieser Zeitschrift.)

Vor einem Jahre veröffentlichte ich die soeben angeführte Abhandlung über den feineren Bau der elektrischen Organe von *Torpedo*, *Malapterurus* und *Mormyrus*. Die Resultate meiner damaligen Untersuchungen weichen von denen einiger anderer Forscher, wie M. Schultze's, in mehreren Punkten ab. Es kann ja der Erkenntniss eines so schwierigen Gegenstandes, wie die mikroskopische Bearbeitung des Verhaltens der Nerven in den elektrischen Organen, nur förderlich sein, wenn ein solcher unausgesetzt und immer von Neuem in Angriff genommen wird, wenn ein jeder Untersucher desselben offen und rückhaltslos seine Meinung ausspricht. Ein derartiges Verfahren scheint nun aber M. Schultze keineswegs zu behagen. Davon giebt ein in Heft IV. des Jahrgangs 1862 dieser Zeitschrift abgedruckter Aufsatz dieses Forschers über die elektrischen Organe der Fische Zeugniss. Anstatt mich hier in denjenigen Punkten, in welchen ich von seiner Darstellungsweise abgewichen, mit wissenschaftlichen Gründen zu widerlegen, beschränkt sich Schultze darauf, seiner Gereiztheit gegen mich in einer Reihe gehässiger Persönlichkeiten Luft zu machen, bedenkt aber ganz und gar nicht, wie wenig Nutzen so etwas unserer Wissenschaft bringt. Gern hätte ich die weitere Entscheidung darüber, wer von uns Recht, wer Unrecht habe, Solchen überlassen, welche sich fernerhin mit dem berührten Gegenstande beschäftigen wollen, gern hätte

ich es vermieden, Andere wieder einmal mit einem Streite zu langweilen, allein Schultze bekundet, angeführten Ortes, Principien, welche der Freiheit und Unparteilichkeit des Forschers geradezu Gefahr drohen und denen entgegegen zu treten, hoch an der Zeit ist. Diese Art und Weise, Jeden, der an der wissenschaftlichen Autorität des Anderen auch nur den geringsten Zweifel hegt, der es wagt, eine abweichende Meinung unbefangen zu äussern, nun sofort, ohne Rücksicht darauf, in welchem Tone jenes geschehen, mit Bitterkeiten zu verfolgen, ihn dadurch gewissermaassen mund- oder (besser!) schreibetodt machen zu wollen, soll und muss bekämpft werden. Daher will ich denn auch die elektrischen Organe von *Torpedo*, *Malapterurus* und *Mormyrus* mit Schultze noch einmal der Reihe nach durchgehen.

1. *Torpedo marmorata.*

Schultze's Behauptung, man könne das auf der elektrischen Platte des Zitterrochen befindliche sog. Nervennetz nur an lebenden Exemplaren des Thieres sehen, lässt sich nicht rechtfertigen. Dies vermeintliche Nervennetz ist ja überhaupt nichts als optische Täuschung, hervorgebracht durch falsche Deutung der glashellen Theile einer hyalinen Grundsubstanz zwischen dicht in dieselbe eingestreuten Körnchen, von denen diese stärker lichtbrechend als die Grundsubstanz selbst sind. Eine solche Beschaffenheit kann den Beobachter leicht zur Annahme einer netzförmigen Configuration verführen, und ich will Schultze an vielen organischen Gebilden mit Beihülfe der Phantasie solche Netze herausdemonstriren. Um zu sehen, dass hier kein Nervennetz vorhanden, bedarf es nicht einmal lebender Fische, dazu sind auch ältere, selbst in Chromsäure und dergl. aufbewahrte Präparate hinreichend brauchbar. Munk konnte daher mit gutem Gewissen die eigentliche Beschaffenheit der granulirten, elektrischen Platte an Spiritusexemplaren zu deuten versuchen. So schnell ändert sich die Platte wahrhaftig nicht, als dass man hier ängstlich einen bestimmten Zeitpunkt abwarten und dann den Augenblick wahrnehmen müsse, etwa wie wenn es sich um eine momentane Beobachtung bei einer

Vivisection handle. Auch ist es ziemlich gleichgültig, ob man zu solchen Untersuchungen ein Mikroskop von Bethle, Schiek, Oberhäuser oder Gott weiss wo hernehme, wenn die benutzte Firma nur überhaupt gute Instrumente liefert. Wir wissen ja doch Alle, dass die Mikroskope, welche aus den besseren optischen Instituten hervorgehen, wohl von gleicher Güte seien, wohl das Gleiche zu leisten vermögen. Was soll denn daraus werden, wenn z. B. A. gegen B. behauptet: „die Sache verhält sich anders, wie Du glaubst", und B. sich durch den Ausspruch decken will: „Ja Du hast nicht ordentlich gesehen, weil Du nicht mein Ocular 0 Syst. 4. von Oberhäuser benutztest." Wohin soll es bei solchem Verfahren mit der Wissenschaft?

Schultze nun, anstatt das Vorhandensein des „Nervennetzes" durch eine optische Analyse des Präparates darzuthun, müht sich ab, die Lebensgeschichte der von mir benutzten *Torpedines*, zu schreiben und aus allerhand Möglichkeiten den Schluss zu ziehen, ich habe nur gänzlich abgestorbene Exemplare des Zitterrochen zu meinen Untersuchungen benutzt. Wer hat ihm Das gesagt? In meinem Triester „Tremolo" war noch Leben, über die Strahlen der aufgerichteten Schwanzflosse desselben ging eine leichte wellenförmige Bewegung hin. Ich erhielt das Thier also recht sehr frisch, wie man ja denn lebende Torpedinen auf dem Triester Markte findet, auch ohne sie zu bestellen. Also fast noch lebendig und doch kein Nervennetz gesehen! Man erkennt hieraus, dass die Absicht Schultze's, mir „geradezu das Recht streitig machen zu wollen, meine, wie er nachweisen will, an zum grossen Theile ganz ungenügendem Materiale angestellten Untersuchungen den seinigen an die Seite zu stellen" (a. a. O. S. 471) hier keinen Anhaltpunkt findet. Während des Druckes meiner im vorigen Jahre veröffentlichten Arbeit bat ich den damals (Herbst 1861) in Triest verweilenden Prof. Reichert schriftlich, die elektrische Platte des *Torpedo* ebenfalls einmal zu prüfen. Derselbe schrieb mir, nachdem dies geschehen, unterm 21. August d. J. aus Triest: „Man müsse sich förmlich Gewalt anthun, namentlich die blendend starken Vergrösserungen anwenden,

um in der körnigen Platte das Bild von netzförmigen Zügen annähernd hervorzuzaubern.“ Spätere Nachforschungen über die Biographie des von Herrn Reichert benutzten *Torpedo* haben ergeben, dass dieser noch fühlbare Schläge ertheilte, also hinlänglich frisch gewesen. Ich aber habe die Todesgeschichte meines Triester *Torpedo* in jener früheren Arbeit deshalb nicht erzählt, weil ich die überhaupt für unwesentlich hielt und auch immer noch halten muss. Aus gleichem Grunde habe ich weder Ocular- noch Objectivsystem meines Mikroskopes, noch die Firma des Verfertigers desselben genannt. Und um zu erkennen, wie sehr Schultze in der Deutung der Beschaffenheit der elektrischen Platte geirrt, bedarf es ja nicht einmal eines so überaus vortrefflichen Mikroskopes. Wenn Schultze ferner behauptet, ich habe anstatt des Nervennetzes deshalb nur Körnchen sehen können, weil ich eben keine frischen Präparate benutzt, so erwiedere ich ihm, dass ich am frischen *Torpedo* nichts weiter als nebeneinander gelagerte Körnchen bemerkt, die, sobald ein solches Präparat sich zu zersetzen beginnt, in Molecularbewegung gerathen. Und dann erst geht die anscheinend netzförmige Configuration nach und nach gänzlich verloren. Aus der Art aber, wie ein Körnchen von anderen sich gleichsam loslöst, wie das vermeintliche Netz sich also aufwirkt, erkennt man die Quelle des Irrthums gerade recht deutlich.

Was endlich die von Schultze in dem Gallertgewebe zwischen den Platten beschriebenen, sternförmigen Zellen mit feinen Ausläufern anbetrifft, so bin ich durch die Beobachtung jenes frischen *Torpedo* davon überzeugt worden, dass diese Zellen nur Kunstgebilde seien, hinsichtlich deren Entstehung ich auf meine frühere Beschreibung verweise. Freilich schrumpfen auch diese Kunstproducte, diese „zarten, an Kernen hängenden Nervenprimitivfäserchen“ bei Wasserzusatz leicht ein, während die im Zusammenhange mit der Platte bleibenden, an dieser einen Widerhalt findenden Fäserchen sich besser erhalten. Auch ist die Täuschung durch die kernartigen Gebilde der Platte selbst gar zu leicht. Ferner habe ich nur behaupten wollen, Schultze entscheide sich für einen Uebergang

des Bindegewebes der Prismenhülle in das die Alveolen ausfüllende sog. gallertige Bindegewebe. Wo steht denn aber geschrieben, dass jene von mir ganz allgemein gefassten Worte: „Nach meinen Erfahrungen sind die elektrischen Platten mit dem Bindegewebe der Prismenhüllen nicht vereinigt, sondern nur an dieselben angelagert, ohne dass ein Uebergang der Plattensubstanz in das Bindegewebe stattfindet“ (S. 658) sich gerade auf Schultze's Ansichten beziehen sollen. Wie konnte ich denn annehmen, dass Schultze das Gewebe der elektrischen Platte mit Bindegewebe identificire, da er ja doch die Platte aus Nervennetzen und, um seine eigenen Worte zu gebrauchen, aus eiweissartiger Substanz bestehen lässt. Habe ich dies nicht auf S. 659—60 mit klaren Worten dargestellt? Wie kann sich Schultze solcher Waffen bedienen! Ich für mein Theil würde mich ihrer schämen. O das nennt man wissenschaftliche Polemik treiben!

Schliesslich habe ich es für besser gehalten, meine Unkenntniss der chemischen Beschaffenheit der in den Alveolen befindlichen Gallertmasse offen zu gestehen, anstatt durch eine nichts beweisende, mikrochemische Tändelei die Anwesenheit von gallertigem Bindegewebe darzuthun und in diesem einige Sternzellen paradiren zu lassen.

2. *Malapterurus electricus.*

Der Zitterwels ist im ganzen Nilgebiete nicht häufig und auch bei Cairo, nach des verstorbenen Bilharz Versicherung, nur im Monat November und selbst dann noch mit Schwierigkeit zu haben. Der Nil aber starrt in der ungeheuren Ausdehnung, die A. v. Barnim und ich durchreist, von sieben oftmals tagelang sich erstreckenden Katarakten, in deren Felsenlabyrinthen die Fischerei nicht leicht. Wir aber waren, Wochen lang durch Wüsten, Steppen und Wälder ziehend, häufig vom Nile ganz entfernt und so musste ich es als einen glücklichen Zufall preisen, als ich ein Stück etwa eine Stunde alten *Malapterurus* aus dem Kochtopfe unserer Matrosen retten konnte. Ein Bereiser der afrikanischen Binnenländer hat freilich die Gelegenheit zu manchen Arbeiten nicht immer so bequem, wie

der Fachgenosse daheim am traulichen Arbeitstische, und an jede Stunde des Thuns knüpfen sich dort nicht selten grosse Beschwerden, Drangsale, ja Leiden aller Art. Aber die Tropenwildniss reizt auch an zur energischsten Entfaltung aller Geistes- und Körperkräfte, und da geschieht es denn leicht, dass man in kurzer Zeit sieht, was ein Anderer,

nehmeren Verhältnissen, in längerer Zeit nicht oder nicht richtig gesehen. Schultze mag sich immerhin beruhigen, dass ich selbst bei einem „langen Aufenthalte in Egypten" nur einmal dazu gekommen, ein solches Thier zu untersuchen. Der verstorbene Bilharz aber schenkte meinen Beobachtungen, deren Resultate ich ihm im November 1860 in Cairo kurz mittheilte, dieselbe freundliche Aufmerksamkeit als den früheren Schultze's und forderte mich direct auf, dieselben, wenn auch selbst nur in meiner Reisebeschreibung, zu veröffentlichen. Leider ist Bilharz todt und kann nicht zwischen uns rechten. Ob meine Ansichten oder ob diejenigen Schultze's den in der grossen Bilharz'schen Arbeit entwickelten näher stehen, darüber mag Der urtheilen, welcher sich die Mühe nimmt, unsere drei Aufsätze durchzulesen.

Mein Präparat von *Malapterurus* war also noch sehr frisch und wurde sofort von mir untersucht, wenn auch nicht in 14 verschiedenen conservirenden Flüssigkeiten, deren Anwendung ich, vielfachen Erfahrungen zufolge, für recht überflüssig halten muss. Das Bischen mehr oder weniger Chromsäure oder chromsauren Kali's thut's wahrlich auch nicht[1]); das habe ich an allen möglichen Nervenpräparaten und dann wieder an denen von *Malapterurus* gesehen. Ich benutzte nämlich später in Berlin ein von Bilharz in Chromsäure aufbewahrtes, vortreffliches Präparat, bei dessen Conservirung der Verstorbene nicht so ängstlich mit Abwägung der Chromsäure verfahren ist, wie Schultze dies immer verlangt. Ein so besorgtes

1) Vorausgesetzt, dass die Lösungen nicht allzu concentrirt benutzt werden, wovor sich freilich jeder verständige Beobachter von selbst hüten wird. Zur Vermeidung von Missverständnissen erkläre ich hier aber noch einmal, dass ich bei *Torpedo* und *Mormyrus* Kali bichrom. gr. X. Aq. dest. unc. I; Acid. chrom gr. ½—1. Aq. dest. unc. I. benutzt.

Aufpassen, ob die zur Untersuchung benutzte Lösung doch auch ja ganz genau den vorgeschriebenen Concentrationsgrad besitze, erinnert mich immer an Dasjenige, was ich vorhin über die Benutzung der Mikroskope gesagt. Aber ich habe auch schon genug, und sorgfältig genug, mit dem Mikroskope gearbeitet, um zu wissen, wieviel eitel Täuschung hinter diesen Concentrationsgraden steckt. Ich hoffe mit der Zeit da noch Manches enthüllen zu können.

Ueber das Verhältniss der granulirten Faser (welche den Axencylinder des zur Platte gehenden Nerven fortsetzt) zur elektrischen Platte selbst, bemerke ich noch Folgendes: Die granulirte Faser tritt mit ihrem keulenförmig geschwollenen Ende an das Centrum der Hinterseite der Platte, welche, von derselben Structur, wie jene, sich als deren unmittelbare Fortsetzung, peripherische Endausbreitung, darstellt. Wie ich a. a. O. S. 666 bemerkt, erscheint die frische Platte niemals so deutlich gefaltet, als an in Chromsäure oder dergl. aufbewahrten Präparaten; hier bilden sich unzählige, warzige und längliche Hervorragungen, welche letztere nicht selten, aber durchaus nicht immer (man vergl. S. 665, 666), strahlenförmig von der Mitte zur Peripherie gehen, vielmehr auch recht häufig ohne Ordnung durcheinanderlaufen, so dass Schultze's Zeichnung vom Ausstrahlen des Nerven auf der Vorderseite der Platte nur eins jener zufälligen Präparate darstellt, wie man sie regelmässig weder frisch noch erhärtet erhält. Um die kraterförmige, der Eintrittsstelle der granulirten Faser gegenüber befindliche Einsenkung herum faltet sich die Platte natürlich am leichtesten und dichtesten. Und häufig entstehen auch an der Hinterseite der Platten solche strahlenförmige Falten, welche den an der Vorderseite befindlichen dergestalt entsprechen, dass eine Erhabenheit der Vorderseite in eine Vertiefung der Hinterseite hineinpasst, sowie auch umgekehrt. Die von Schultze abgebildeten radiären Erhöhungen an der Vorderseite der elektrischen Platte und sein Nervenknopf sind keine constanten Gebilde, keine allmählig in die Platte ausstrahlenden Substanzverdickungen, sondern es sind zufällige, durch Faltung der Platte hervorgerufene Kunstproducte. Durch

Druck u. s. w. erzeugte Faltungen der Platte sind, ich wiederhole es hier noch einmal, den durch Schrumpfung des Präparates in Reagentien entstandenen täuschend ähnlich.

Sollte nun auch Schultze wirklich reine, echte Querschnitte der elektrischen Platte an der Eintrittsstelle des Nerven erhalten haben, so beweisen diese dennoch nichts für die Richtigkeit seiner Vorstellungsweise. Denn die Platte ist da, wo der Nerv eintritt, immer etwas dicker als in ihrer Peripherie; dies namentlich tritt an frischen Präparaten noch deutlich hervor. An solchen kann Schultze aber keine reinen Querschnitte machen und an erhärteten schrumpfen die Platten stark ein, legen sich in dichte Falten, möge die Chromsäure dem Wasser granweise oder in Bruchtheilen eines Granes hinzugefügt worden sein. Trifft nun ein Querschnitt das erhärtete Präparat an der Eintrittsstelle der Nervenfaser, so erscheint die hier verdickte und gefaltete Plattensubstanz leicht so, wie wenn sie um die keulenförmige Endanschwellung der granulirten Faser einen Vorsprung bilde, und daraus erklärt sich dann wieder die Täuschung, als durchbohre der Nerv die Platte von hinten und strahle von vorn wieder auf dieselbe aus. Wenn ich gesagt habe: „ich betrachte die dünne Platte als directe flächenhafte Ausbreitung der granulirten Faser", so wollte ich damit eben nur behaupten, dass die Faser sich ohne vorherige Durchbohrung in die Platte fortsetze. Natürlich hat sich Schultze bemüht, auch diesem meinem Ausspruche Etwas unterzulegen, was ich nicht damit sagen gewollt. Denn wenn Schultze ein Durchbohren der Platte durch den Nerven und ein Wiederausstrahlen desselben in die Platte annahm, so musste er sich selbstverständlich auch dafür entscheiden, dass die Platte eine Fortsetzung des Nerven sei. Nicht gegen Schultze's Ansichten vom Uebergange des Nerven in die Platte im Allgemeinen, sondern gegen die Art, wie er sich diesen Uebergang stattfindend denkt, wollte ich mit jenem Ausspruche mich erklären.

Endlich möchte ich an Schultze noch die Frage richten, wie er sich den Uebergang des Axencylinders des zur Platte tretenden Nerven in die granulirte Faser denn so eigentlich

vorstellt? Auf seiner Abbildung sieht man den Axencylinder mit einer Verdünnung in die Substanz der granulirten Faser hineingehen und diese umgiebt ersteren wie ein Etui. Ich selbst konnte nur einen allmähligen Uebergang zwischen beiden Gebilden sehen, nicht das Ineinanderkeilen des einen in das andere.

Schultze hat durch seine Vorstellungsweise, dass der Nerv die Platte des *Malapterurus* durchbohre, einem dringenden physiologischen Bedürfniss abhelfen wollen und Erscheinungen, deren Wesen noch in gewissen Punkten dunkel, durch seine Annahme mit Leichtigkeit erklären zu können geglaubt. Leider fügt sich die Natur nicht so willig derlei vorgefassten Ideen, und die Physiologen werden sich bestens dafür bedanken, wenn ihnen ein Morpholog auf die Weise dienstbar zu sein sich bemüht.

3. *Mormyrus oxyrrhynchus.*

Schultze erwähnt, ich habe seine Beobachtungen über die elektrischen Organe des *Mormyrus* nicht gekannt. Wohl habe ich sie gelesen, aber leider wenig genug aus ihnen gelernt. Er behauptet, die kernartigen Gebilde in den granulirten Fasern und Platten dieser Organe seien in der ganzen Dicke der Substanz derselben enthalten. Sie hängen jedoch nur mit der äusseren Schicht der Fasern und Platten zusammen. Trennt man diese, was gerade bei erhärteten Präparaten am leichtesten gelingt, von der übrigen Substanz los, so sieht man, wie die der abgetrennten Schicht anhaftenden, beinahe kugelrunden, kernartigen Gebilde zuweilen in die körnige Masse der pseudoelektrischen Organe selbst hineinragen. Da kann es, namentlich an den Platten, leicht den Anschein gewinnen, als lägen die kernartigen Bildungen in der ganzen Dicke der Organe. Sie sind von ganz anderer Beschaffenheit, als die in der Substanz der Platten von *Torpedo marmorata* befindlichen. Ueber ihre Bedeutung aber können wir, aus mangelnder Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der elektrischen und pseudoelektrischen Organe, noch gar nichts mit Sicherheit entscheiden.

Was soll ich nun dazu sagen, wie soll ich es verstehen,

wenn Schultze mir gewissermaassen in's Gesicht behauptet, ich habe meine Beobachtungen über *Mormyrus* an in der Zersetzung begriffenen Präparaten gemacht? Will Jener durch solche Taktik auch hier die Zuverlässigkeit meiner Angaben in ein ungünstiges Licht zu stellen suchen? Habe ich nicht in meiner Arbeit bemerkt, dass mir der Fischmarkt von Cairo Mormyren geliefert, so frisch, wie sie selbst Bilharz nicht besser haben konnte? Und Schultze, der niemals einen frischen *Mormyrus* gesehen, daher den Sachverhalt an solchen gar nicht kennen gelernt, beliebt mir vorzuwerfen, ich habe nur an zersetzten Präparaten gearbeitet! Die in Rede stehenden Fältchen, welche zuerst von Kupfer und Keferstein als Streifen beschrieben, sind auch schon an frischen Präparaten im Entstehen wahrzunehmen, sehr deutlich aber an sich zersetzenden Platten. Neben diesen Fältchen findet man, wiederum sowohl an frischen, als auch an erhärteten Organen, die durch Aneinanderreihung der Körnchen erzeugte (S. 651 von mir beschriebene) Configuration, welche an den granulirten Fasern weit deutlicher, als an den Platten. Dies Verhalten, welches ich in meiner Fig. 4 darzustellen versucht, lässt sich an frischen Präparaten am besten zeigen. Von einer Schichtung der Substanz der Platten und Fasern in der Art, wie Schultze dies im Schwanzorgane der Rochen beschrieben, kann bei *Mormyrus* gar nicht die Rede sein; man würde denn doch letztere in regelmässigerer Weise von einander spalten sehen und regelmässigere Bruchflächen derselben erhalten können, als dies der Fall ist. Die Annahme einer angeblichen Differenzirung der „Substanz der Platten und körnig aussehenden Nervenfasern in Schichten„ erscheint mir ebenso unbegründet, wie der Vergleich mit quergestreiften Muskelprimitivfasern, über deren eigentliche Structur die Histologen — und sicherlich auch Schultze — noch so wenig im Klaren. Wir werden es Schultze gewiss grossen Dank wissen, wenn er mittelst des Polarisationsapparates das hierüber herrschende Dunkel zu lichten vermöchte.

Das pseudoelektrische Organ von *Mormyrus*, eine flächenhafte Ausbreitung der dicken, granulirten, mit Axencylin-

dern dunkelrandiger Primitivfasern continuirlich zusammentretenden Primitivfasern, bietet in der Art seines Verhaltens zu den centralen Nervengebilden im Grossen und Ganzen Analoge mit der Beschaffenheit der elektrischen Organe von *Torpedo* und *Malapterurus* dar. Wie weit an ersterem elektromotorische Erscheinungen wahrnehmbar, muss, in Afrika selbst! erst noch auf exactere Weise geprüft werden, als in der auf S. 653 meiner Arbeit erwähnten Weise bisher geschehen.

Zum Schlusse empfehle ich Schultze aufrichtig an, fernerhin bei Erörterung wissenschaftlicher Streitfragen sich an die Sache zu halten, vor Allem jedoch den Aeusserungen des Gegners nicht willkürlich einen anderen Sinn unterzulegen. Das hat aber von seiner Seite mir gegenüber mehrfach stattgefunden. Ein solches Verfahren führt zu Nichts, ruft höchstens Erbitterung hervor, die besser aus der Wissenschaft gebannt bliebe. Dass ich in meiner vorjährigen Arbeit nicht viel Neues bringen konnte und wollte, habe ich im Eingange derselben ausdrücklich hervorgehoben. Aber dennoch rechne ich es mir zum Verdienst an, mehreren durch Schultze über die Beschaffenheit der elektrischen Organe verfochtenen und verbreiteten Irrthümern nach besserer Ueberzeugung offen und ohne Rückhalt entgegengetreten zu sein. Auf dem Niveau von Schultze's Kenntnissen dieser Apparate zu stehen, dafür danke ich. Ist Schultze aber jedes Abweichen von seinen Ansichten wirklich so unangenehm, nun, dann wird er sich noch recht oft über meine und anderer Fachgenossen „destructive“ Tendenzen beklagen müssen.

Ein Beitrag zur Lehre von den Farbstoffen und Chromogenen des Organismus.

Von

Dr. W. Valentiner,
Privatdocenten in Berlin.

Angesichts der völligen Unklarheit, in welcher wir uns hinsichtlich der Bildungsgeschichte der Farbstoffe des thierischen Organismus, sowie hinsichtlich der Verhältnisse ihrer Umwandlung in einander oder in andersartige Substanzen befinden, kann jede neue Thatsache, welche diesen Gegenstand berührt, Anspruch auf Beachtung machen, selbst wenn sie augenblicklich geringe oder gar keine theoretische Consequenzen hat. Ich zögere daher nicht länger, demjenigen, was man bisher über Chromogene und Farbstoffe kennt, eine von mir schon vor mehreren Jahren gemachte Beobachtung hinzuzufügen, deren Veröffentlichung durch den Druck bisher unterblieb, weil ich längere Zeit die Hoffnung hegte, entweder durch eigene Arbeiten, oder durch diejenigen verschiedener Chemiker und Physiologen, welchen ich die Thatsache mittheilte, ausgedehntere Erfolge für die Lehre von der Farbstoffebildung erwachsen zu sehen.

Zu den verschiedenen schon bekannten chromatischen Erscheinungen, welche man mit dem Cholesterin hervorbringen kann, tritt die folgende, als gewiss beachtenswertheste, hinzu:

Wenn man völlig oder nur mässig reines Cholesterin mit concentrirter Schwefelsäure übergiesst und die Schwefelsäure nach inniger Mischung mit dem, am besten zerriebenen, Cholesterin in Berührung lässt, bis sich eine rothbraune Färbung des Gemisches eingestellt hat (nach 3 bis 5 Minuten), so ist in demselben ein Farbstoff enthalten, der folgende merkwür-

dige Eigenschaften hat. Chloroform löst denselben leicht und mit intensiv blutrother, zuweilen in's Violette spielender Farbe auf, ohne eine Spur Schwefelsäure in sich aufzunehmen.

Giesst man die schön gefärbte Chloroformlösung (eine vollständige Lösung, in welcher suspendirte Theilchen jedenfalls nur nebensächlich enthalten sind) auf ein chloroformbenetztes Filtrum von gutem, am besten schwedischem, Filtrirpapier, so erscheinen die ersten Tropfen des Filtrats an der Trichterspitze blass, fast farblos, höchstens mit leicht grünlicher Färbung. Einige Minuten später erscheinen bläuliche, bald tiefviolette und endlich rothe Tropfen, welche aber, wenn man dieselben aus der Höhe von nur einigen Zollen in ein Porcellangefäss fallen lässt, fast farblos in demselben anlangen. Erst allmählig, und augenscheinlich in Folge von Sättigung oder Verdrängung der umgebenden Luft durch Chloroformdämpfe, sammelt sich im Porcellangefäss ein intensiver gefärbtes Filtrat an, welches aber sehr spät auftritt, und nur unter möglichst vorsichtigem Abschluss der äusseren Luft, eine Färbung behält, die der der Flüssigkeit auf dem Filtrum an Intensität ähnelt. Der farbig imbibirte Rand des Filtrums verblasst, ähnlich dem Filtrat, rasch, und um so rascher, je intensiver die Luft zuströmt. Seine Färbung geht aus intensivem Roth in Violett, in ein oft sehr reines Blau, dann in schmutziges Grün über, um endlich einen unscheinbaren, schmutzig graugrünen Ton anzunehmen. Aehnlichem raschen Verblassen durch die angedeutete Farbenscala ist das Filtrat ausgesetzt; nach dem Verdunsten alles Chloroforms hat man im Schälchen einen sparsamen Rest harzartiger Consistenz, in welchem zahlreiche strahlig gruppirte, nadelförmige, farblose, glänzende Krystalle lagern, welche theilweise unzersetztes Cholesterin sind, theilweise vielleicht identisch sein mögen mit den Cholesterilinen Zwenger's.

Die geringe bleibende Färbung ist eine diffuse. Farbstoffmolecule findet man nicht, niemals deutliche farbige Krystalle. Durch Verdunsten des Chloroforms unter der Luftpumpe gelingt es, den harzigen Rückstand in einer intensiveren blaugrünen bis blauen Färbung, ebenfalls ohne erkennbare Farbstoffpartikel, zu erhalten.

Verschiedene rasch oxydirende Agentien, z. B. rauchende Salpetersäure mit der farbigen Chloroformlösung agitirt, bewirken schnell Farbenveränderungen, momentan bisweilen einen intensiveren Farbenton, als den vorherbestehenden, bald aber sehr entschiedenes Verblassen. Zusatz sogenannter Reductionsmittel führte bis jetzt zu keinem, näheren Aufschluss gebenden, Resultat über die Natur dieses Farbstoffes.

Zur Zeit als ich diese Beobachtung machte, war ich mit Untersuchungen über Blut- und Gallenfarbstoffe beschäftigt, deren Resultate theilweise in dem Nachweis des Hämatoidius in Galle und ikterischen Geweben veröffentlicht wurden (Günsburg's Zeitschrift 1858).

Die äussere Aehnlichkeit der Farbstofferscheinungen am Cholesterin mit gewissen Momenten der Gallenfarbstoffreactionen, zusammen mit der Thatsache constanten Auftretens des Cholesterins in der Leber, veranlassten mich zu den verschiedensten Versuchen, einen Zusammenhang zwischen Farbstoffbildung und Cholesterinumwandlung aufzufinden, und ich glaubte selbst an die Möglichkeit denken zu müssen, dass Oxydationsproducte des Cholesterins, in Verbindung mit stickstoffhaltigen Umsetzungsproducten des Organismus das Bildungsmaterial gewisser Farbstoffe des Blutes wie der Galle sein möchten. Meine darüber angestellten Versuche (combinirte farbige Zersetzung von Gallensäuren und Cholesterin, dann von Eiweissarten und Cholesterin, durch Schwefelsäure und durch andere mehrfach modificirte oxydirende Agentien) führten jedoch zu keinen irgendwie brauchbaren positiven Ergebnissen, ich unterlasse deren ausführliche Beschreibung daher hier. Einige kleine Nebenbefunde jedoch, deren umfänglichere gelegentliche Ermittelung ich den Fachgenossen empfehle, mögen hier ihren Platz finden.

Das von mir soeben beschriebene Verhalten des Cholesterins gegen Chloroform und Schwefelsäure diente mir in mehreren Fällen zum Nachweise des Vorkommens ganz geringer Mengen Cholesterins in ikterischem Harn. Schüttelt man grössere Mengen desselben successive mit derselben Quantität Chloroform, von der man, nachdem sie allen in Chloroform löslichen Farbstoff des Harns aufgenommen, die betreffende Harn-

portion abgiesst und durch eine neue ersetzt, so erhält man schliesslich ein intensiv gelb bis orange gefärbtes Chloroform, welches, mit Salpetersäure behandelt, nicht nur sehr häufig die Gallenfarbstoffreaction in schönster Weise giebt, sondern in seinem harzigen Rückstande sehr oft deutliche Hämatoidinkrystalle erkennen lässt. Neben diesen in Zahl und Masse meistens sehr geringen Hämatoidinkrystallen treten nun in diesem Rückstande sehr oft fettglänzende Nadeldrusen auf, von demselben Habitus, welchen die Cholesterinkrystalle in dem harzigen Rückstande der Chloroformlösung des mit Schwefelsäure behandelten Cholesterins zeigen. Uebergiesst man den Verdunstungsrückstand des chloroformigen Harnauszuges mit Schwefelsäure, und behandelt man, nach entsprechend langer Einwirkung der Säure, das entstandene farbige Gemisch in einem sehr engenProberöhrchen mit Chloroform, so entsteht die farbige, an der Luft rasch verblassende Chloroformlösung zersetzten Cholesterins in den meisten Fällen so deutlich, dass ich geneigt bin, dieselbe als sicheres Reagens auf die Anwesenheit kleiner Mengen Cholesterin in ikterischem Harn anzusehen. —

Indem ich oben anführte, wie die flüchtig gefasste Idee eines Zusammenhanges von Hämatoidin-Bildung und Cholesterin-Umsetzung mich mehrfache Versuche unternehmen liess, um sichere Anhaltspunkte für eine Hypothese in diesem Sinne zu gewinnen, setzte ich mich gewissermaassen in Opposition gegen die bisher allgemein als wahrscheinlichste angesehene Annahme, dass das Hämatoidin in den ausserhalb der Leber und ihres directen Einflusses gelegenen Bildungsstätten (wenigstens dasjenige, welches sich in abgekapselten Blutextravasaten so häufig bildet, und im Verhalten gegen Chloroform, in der Krystallform und im Verhalten gegen oxydirende Säuren, nach meinen Beobachtungen, ganz identisch ist mit dem der Galle) aus dem rothen Farbstoff der Blutkörperchen hervorgehe. Ob dieser Zusammenhang zwischen Blutfarbstoff und Hämatoidin selbst unter genannten Umständen so zweifellos ist, als er bisher gewöhnlich angesehen wird, wenn man auch keine Anhaltspunkte für das „Wie“ anzugeben weiss, will ich hier keiner umfänglicheren Erörterung unter-

ziehen. Ich will nur anführen, dass ich unter 14 Fällen (Individuen) der Untersuchung sehr schöner gelbroth gefärbter Graaf'scher Follikel nur zweimal in der rothen Masse des Pigments durch Chloroformlösung und durch das Mikroskop Hämatoidin constatiren konnte, dass die Hämatoidinkrystalle meistens räumlich ganz sichtbar von den amorphen, ähnlich gefärbten, aber in Chloroform völlig unlöslichen Pigmentmassen geschieden waren, und dass überall, wo Hämatoidin auftrat, sich gleichzeitig Cholesterin und in Zersetzung befindliche stickstoffhaltige farblose Substanzen (Eiweissformen oder Gallenstoffe) befanden. Hat nicht zu der jetzt gültigen Annahme, dass das Hämatoidin der Extravasate aus dem Blutfarbstoff hervorgegangen sei, die äussere Aehnlichkeit beider Substanzen als „Pigmente" mehr beigetragen, als zulässig ist, nachdem uns so viele Beispiele in der Chemie lehren, unter wie verhältnissmässig geringen Veränderungen, in und ausserhalb des Organismus, farbige Substanzen aus farblosen hervorgehen?

Ueber Vererbung der Färbung.

Von

Dr. med. Bergholz

in Puerto Cabello in Venezuela.

Ueber Vererbung der Körpereigenthümlichkeiten der Eltern auf die Kinder hat man Verschiedenes angegeben, doch soviel ich weiss, ohne diese Angaben auf bestimmte Zahlen zu stützen. Es scheint mir indess diese Methode hier die einzig zuverlässige. Nach der Erinnerung die Eigenthümlichkeiten zu berichten, ist äusserst trüglich; einzig und allein können die durch vergleichende Zählungen gewonnenen Durchschnittszahlen diese Verhältnisse zur Entscheidung bringen.

Ich habe zu diesem Zwecke eine Reihe von Zählungen gemacht über die Vererbung der Färbung der Augen und Haare bei Menschen und zwar vorläufig bei Menschen der kaukasischen Race.

Die Färbung dieser Theile eignet sich sehr gut zur Feststellung der Forterbung. Sie ist nicht modificirbar durch Krankheiten, wie es z. B. bei der Gestalt ist. Sie ist auch leicht zur Evidenz zu bringen. Ich habe nun die Untersuchung in folgender Weise angestellt:

Es wurden von einer Reihe von Eltern, die gemischter Färbung waren, die Zahl der Kinder und die Färbung der Augen und Haare notirt. Ich habe die Eltern so notirt, wie sie sich mir darboten, ohne Ausnahme, jedoch habe ich darauf gesehen, dass jedesmal die Färbung bei beiden Eltern entschieden war, d. h. dass sie entschieden dunkel (mit dunklen Augen und dunklem Haar) und entschieden hell waren (mit blondem Haar und blauen Augen).

Es brauchen die Zahlen, die das Durchschnittsverhältniss angeben, nicht so sehr gross zu sein. Sie schienen mir gross genug, wenn durch die Hinzufügung einer kleinen Zahl zu dem schon gefundenen Verhältniss dieses nicht erheblich mehr modificirt wird. Ebenso mag es für das Genüge sprechen, wenn in den Zahlen sich das Verhältniss der Geschlechter so ziemlich gleichstellt.

Die von mir gefundenen Zahlen sind nun folgende:

14 Familien, wo der Vater dunkel und die Mutter hell war, hatten 48 Kinder, 28 Söhne, 20 Töchter. Unter diesen 48 Kindern zeigten sich 21 mit dunklem Haar, 29 mit dunklen Augen, 27 mit hellem Haar, 19 mit hellen Augen. Von den 28 Söhnen hatten 13 dunkles Haar, 16 dunkle Augen, 15 helles Haar, 12 helle Augen. Von den 20 Töchtern hatten 8 dunkles Haar, 13 dunkle Augen, 12 helles Haar, 7 helle Augen. Berechnen wir dieses Verhältniss procentweise, so verhalten sich das dunkle Haar zu dem hellen wie 100 : 129, die dunklen Augen zu den hellen wie 100 : 66.

Bei den Söhnen stellt sich das Verhältniss so:
dunkles Haar zu hellem Haar 100 : $115^1/_2$.

dunkle Augen zu hellen Augen 100 : 75.
Bei den Töchtern: dunkles Haar zu hellem Haar 100 : 150,
dunkle Augen zu hellen Augen 100 : 54.

9 Familien, wo der Vater hell und die Mutter dunkel war hatten 37 Kinder, 20 Söhne, 17 Töchter. Unter den 37 Kindern hatten 17 dunkles Haar, 21 dunkle Augen, 20 helles Haar, 16 helle Augen. Von den 20 Söhnen 6 dunkles Haar, 11 dunkle Augen, 12 helles Haar, 9 helle Augen; von den 17 Töchtern 11 dunkles Haar, 10 dunkle Augen, 8 helles Haar, 7 helle Augen. Das Verhältniss ist also: dunkles Haar zu hellem 100 : 117, dunkle Augen zu hellen 100 : 76.
Bei den Söhnen: dunkles Haar zu hellem 100 : 200.
dunkle Augen zu hellen 100 : 81.
Bei den Töchtern: dunkles Haar zu hellem 100 : 73.
dunkle Augen zu hellen 100 : 70.

Mag man nun das Verhältniss einzeln bei den dunklen Vätern und hellen Müttern und umgekehrt oder bei beiden zusammen betrachten (hier ist das Verhältniss unter 85 Kindern dunkle zu hellen Augen 100 : 70), es zeigt sich jedesmal, dass bei Vereinigung ungleich gefärbter Eltern im Allgemeinen die dunklen Augen überwiegen. Es ist diese Beobachtung, wie mir scheint, eine äusserst interessante. Sie lässt den auffälligen Schluss zu, dass mit der Zeit die blauen Augen aussterben werden. Bei dem häufigeren Verkehr, wie er unter den Völkern sich mehr und mehr entwickelt, bei der Vorliebe, womit, wie es scheint, am liebsten Ehen geschlossen werden unter Menschen von verschiedener Färbung, wird dieses Resultat früher oder später zu Stande kommen.

Es ist nicht von Belang, dass dann und wann bei dunklen Eltern Kinder mit hellen Augen geboren werden. Es wird dies ausgeglichen dadurch, dass auch bei hellen Eltern dann und wann dunkle Kinder vorkommen.

Das umgekehrte Verhältniss, als es hier von den Augen nachgewiesen ist, scheint bei den Haaren stattzufinden. Dieses Resultat ist jedoch das Resultat der Weise der Zählung. Es sind nämlich alle Haare, die in's Lichtbraune gehen, zu dem hellen Haar gezählt. Nun ist aber bekannt, dass solches Haar

wenn es bei Kindern vorkommt, nachdunkelt oder später zu dunklem wird. So möchte sich denn annehmen lassen, dass wenigstens das dunkle Haar dem hellen das Gleichgewicht hält.

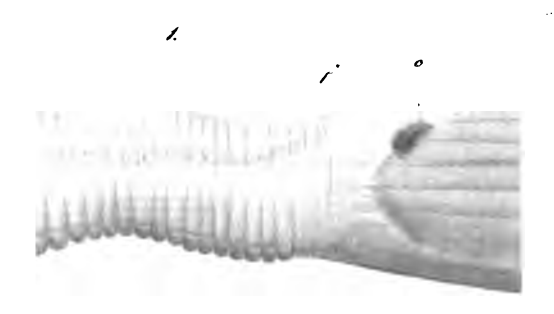
Unsere Zusammenstellungen gestatten weitere Folgerungen. Wo der Vater dunkel ist, sind mehr dunkle Augen, mehr helles Haar; wo der Vater hell ist, ist das Verhältniss der dunklen zu den hellen Augen, sowie das der hellen zu den dunklen Haaren kleiner. Aus beiden Beobachtungen folgt, dass der Einfluss des Vaters sich mehr auf das Auge, der der Mutter mehr auf das Haar sich erstreckt.

Aus unseren Zahlenverhältnissen geht weiter hervor, dass der Einfluss des Vaters mehr bei den Söhnen, der der Mutter mehr bei den Töchtern sich äussert. Es geht zugleich daraus hervor, dass der Einfluss des Vaters bedeutender ist als der der Mutter. Doch ist der Ausschlag der Zahlen, woraus letztere Folgerungen gezogen sind, nur klein, so dass diese erst noch durch weitere Zählungen feststehen würden.

Wo also ein dunkler Vater mit einer hellen Mutter sich verheirathet, ist Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass mehr Kinder dunkel werden, als hell, und zwar wird die Bräunung sich in den Augen der Söhne am meisten zeigen. Wo die Mutter dunkel ist und der Vater hell, werden auch die dunklen vorwiegen, wenn auch in kleiner Zahl; die meiste Bräunung wird sich zeigen im Haar der Töchter.

Wir wollen uns begnügen, oben angegebene Resultate, die aus der numerischen Methode gezogen sind, anzudeuten, in der Hoffnung, dass dieselben durch grössere Zählungen in Europa fester gestellt werden. Hoffentlich werden wir Gelegenheit haben, ähnliche Zählungen bei farbigen Racen anstellen zu können.

Berlin, Druck von Gebr. Unger, Königl. Hofbuchdrucker.

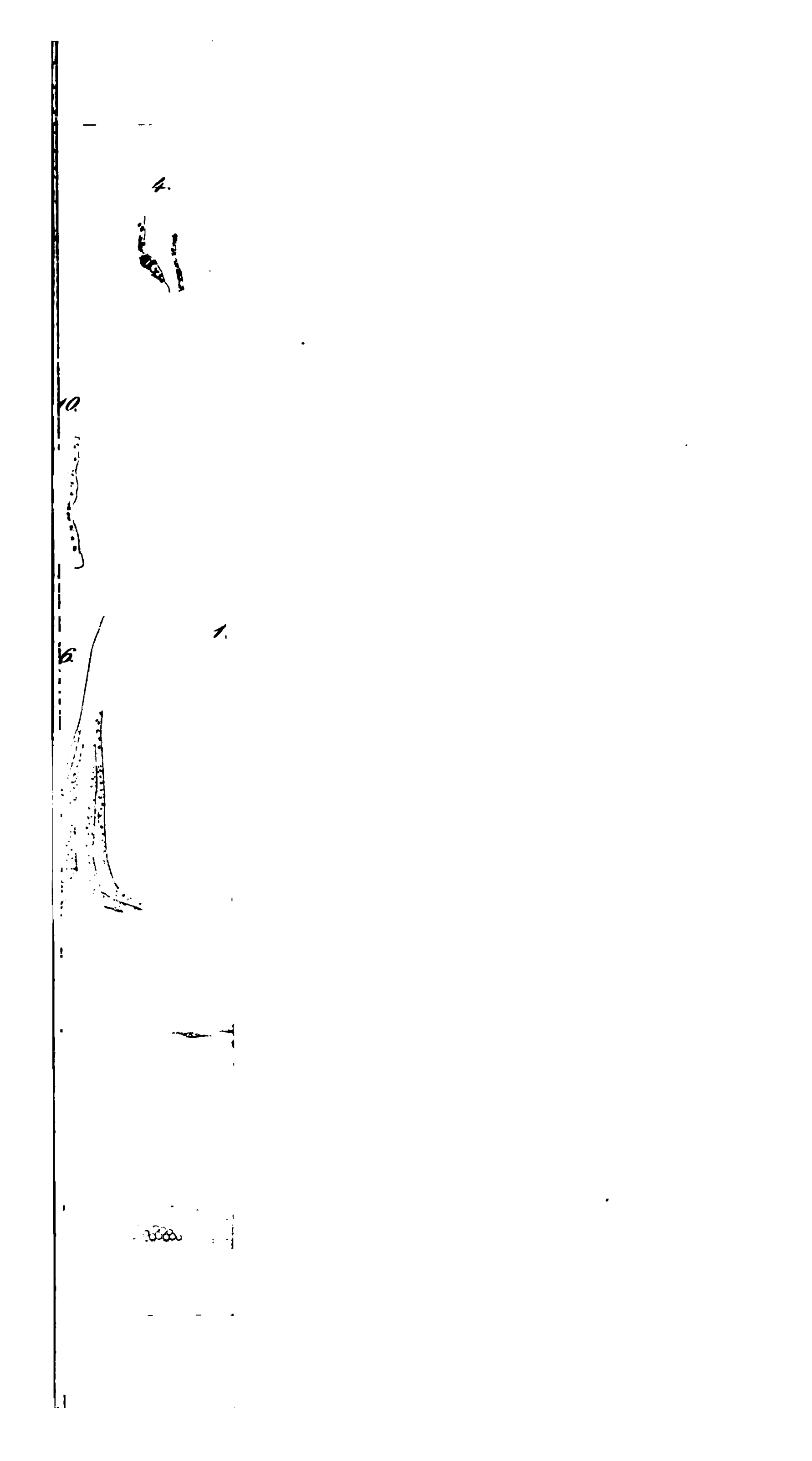

1.
r
o


3.

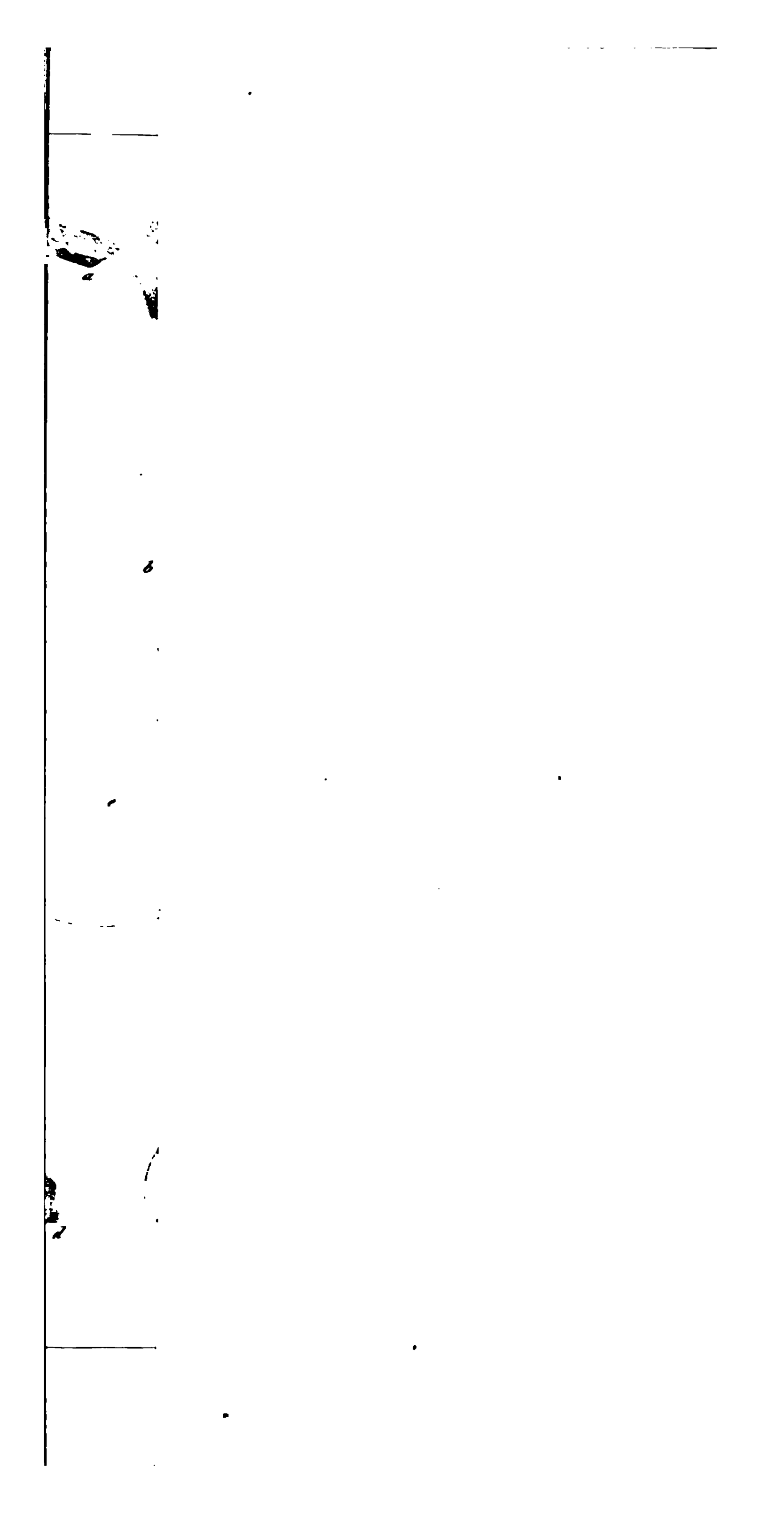
6 a


B

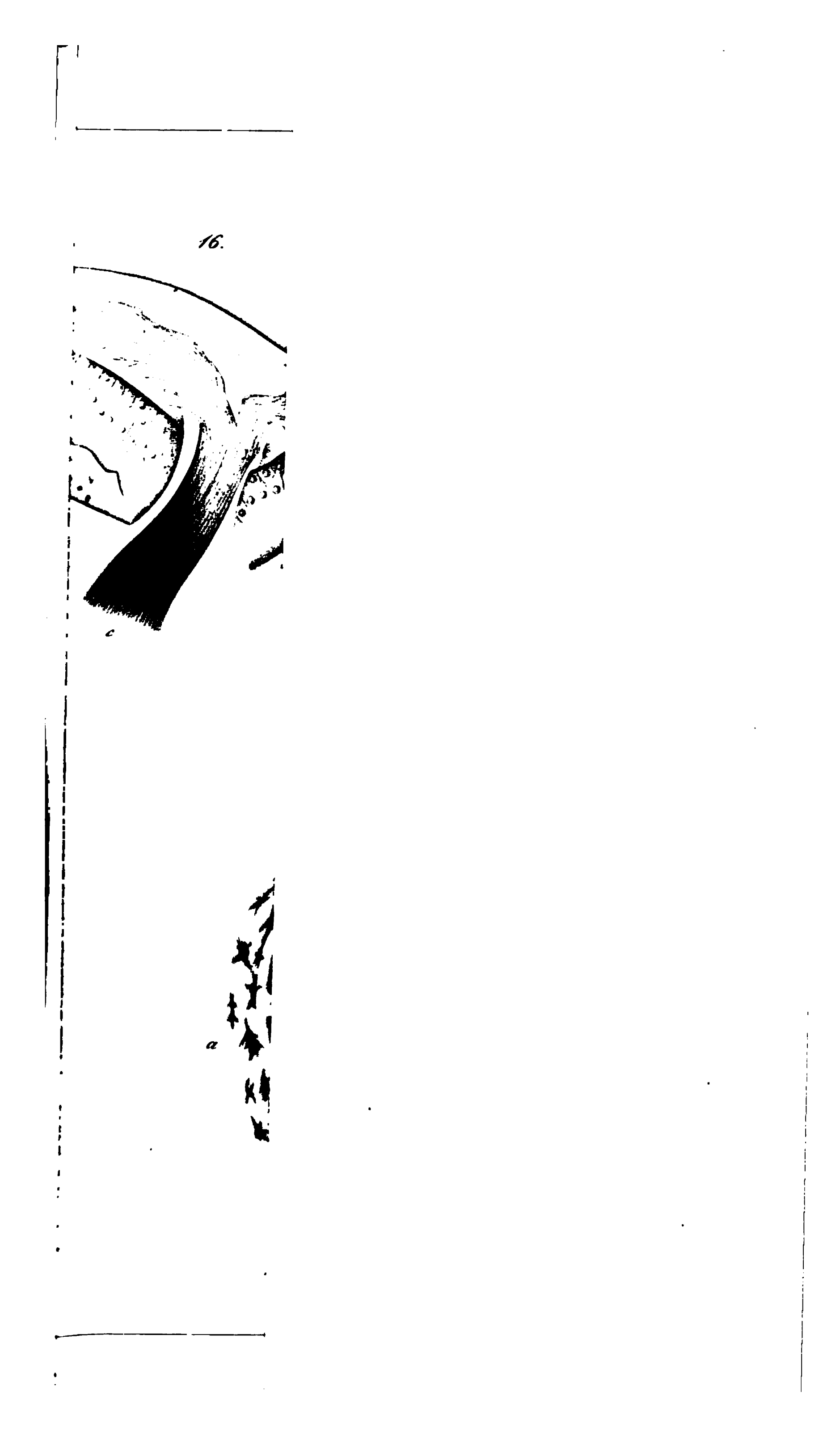

6.
a
d
b

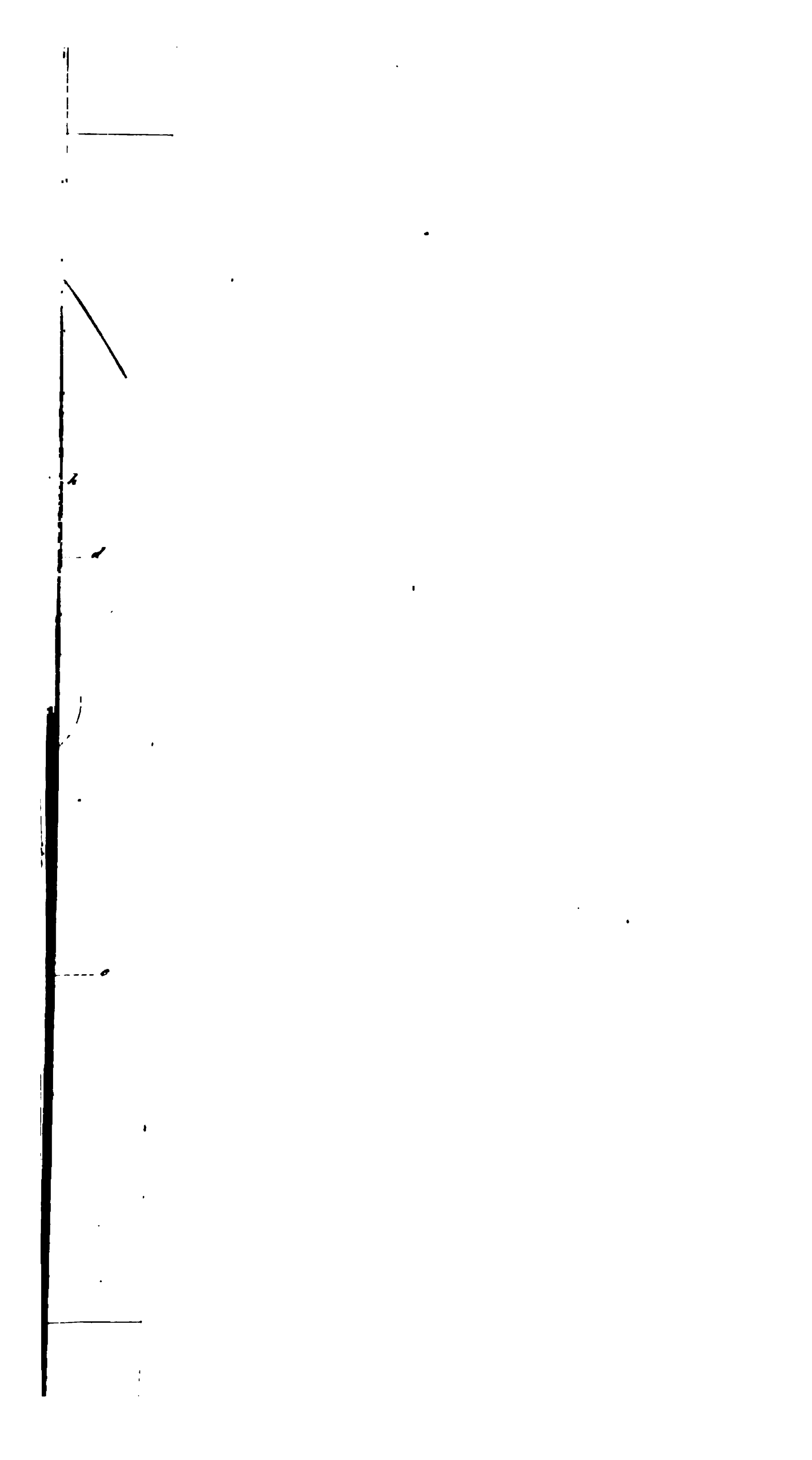


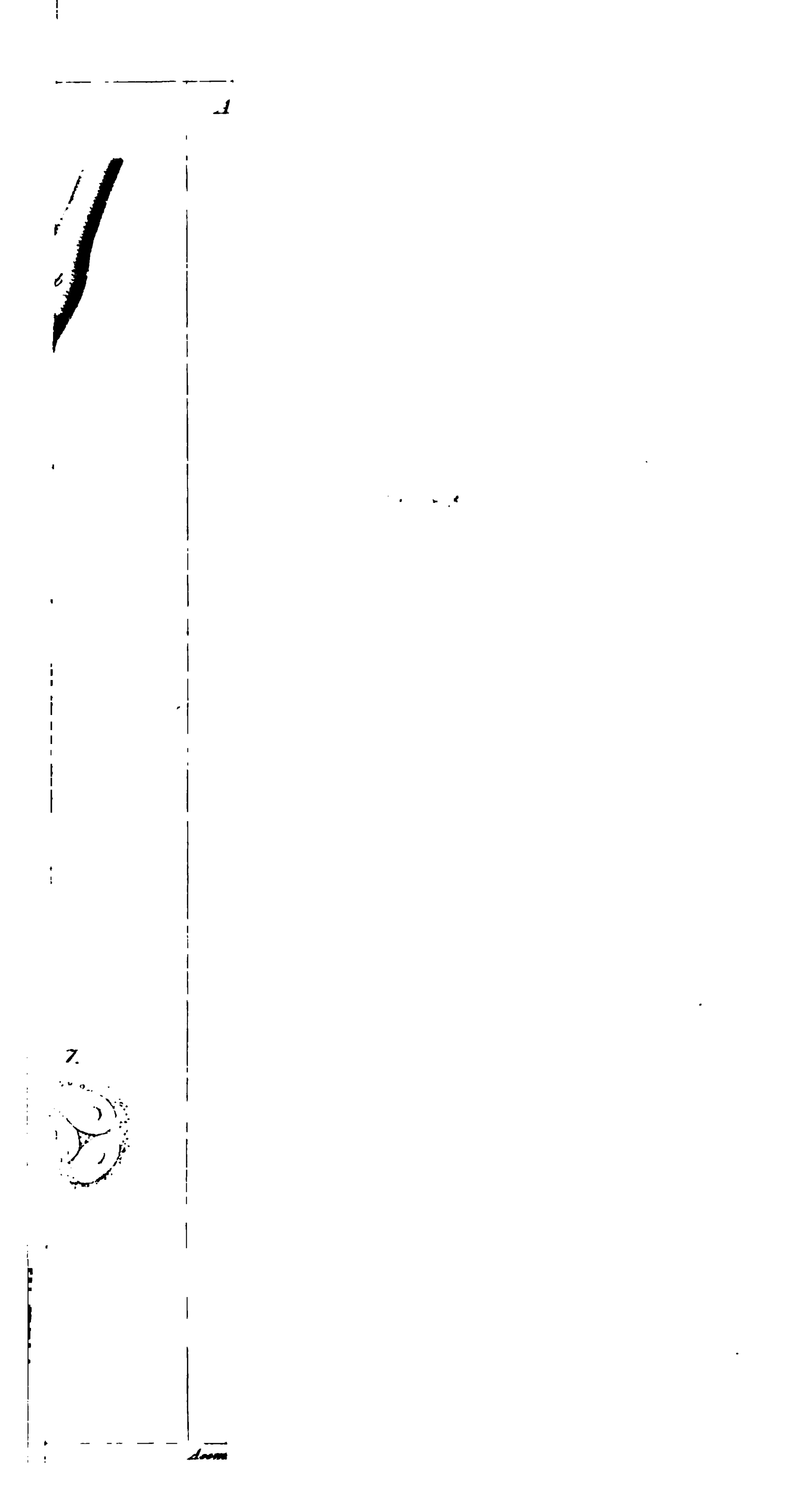
4.
10.
1.
6.




11.
a
b
c
k
l

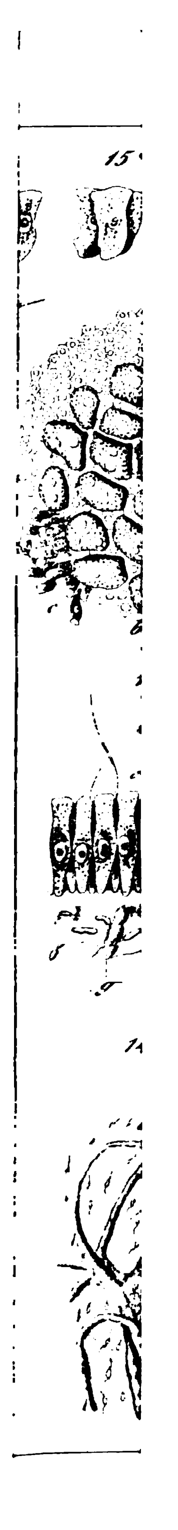

16.
c
a

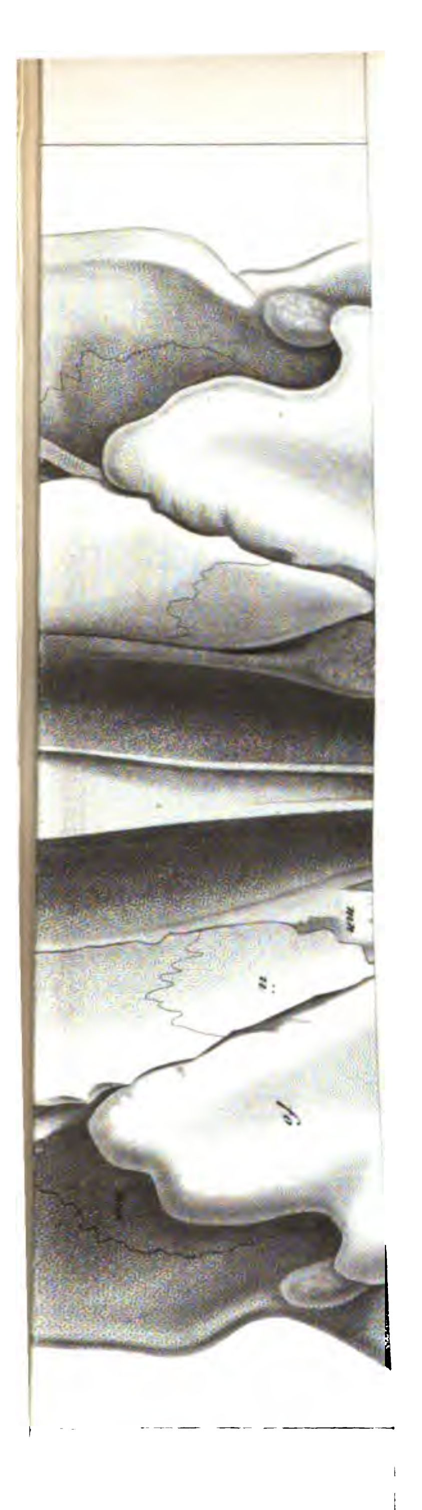




7.


A
a
b
c
d



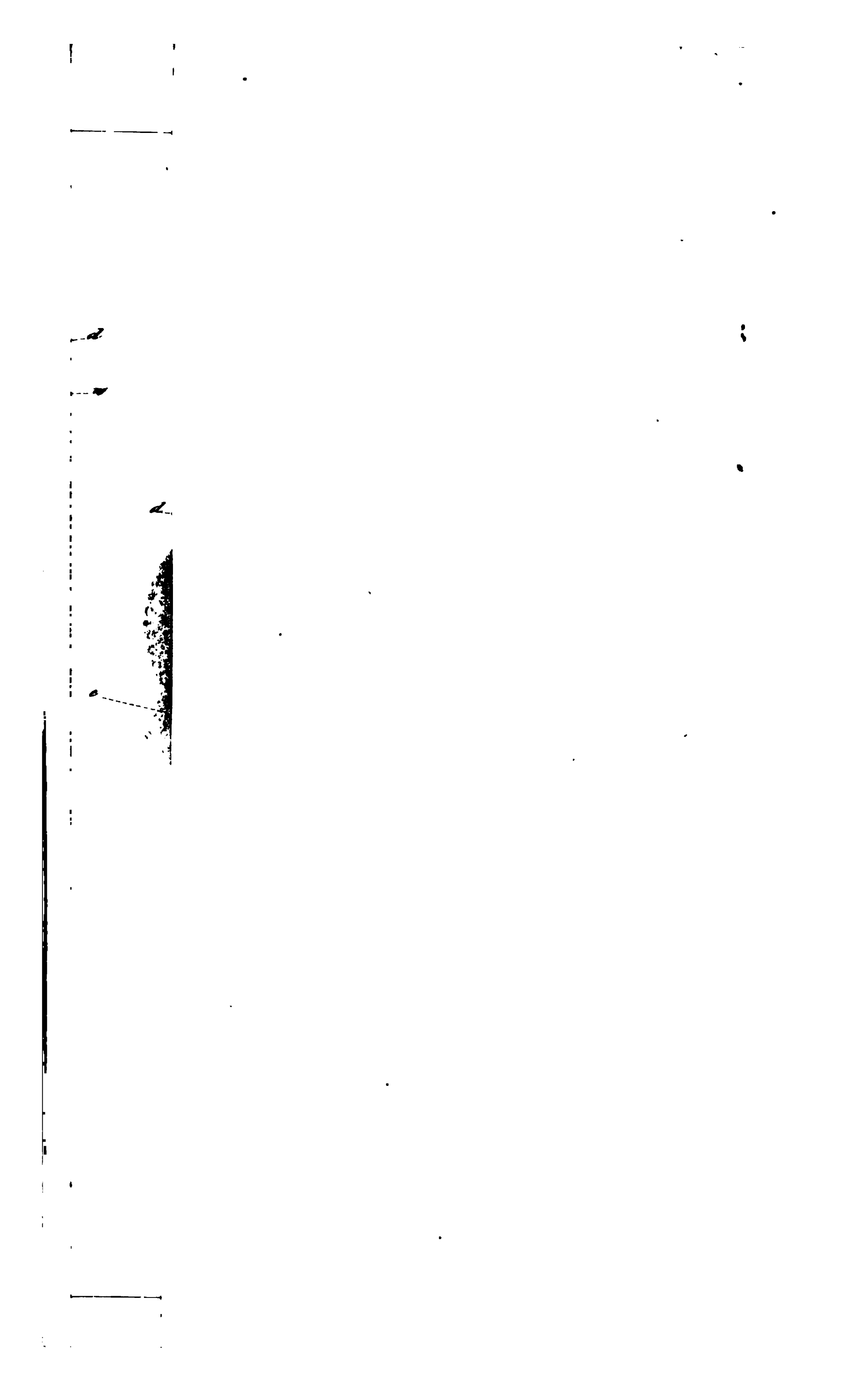


3

b

b

b

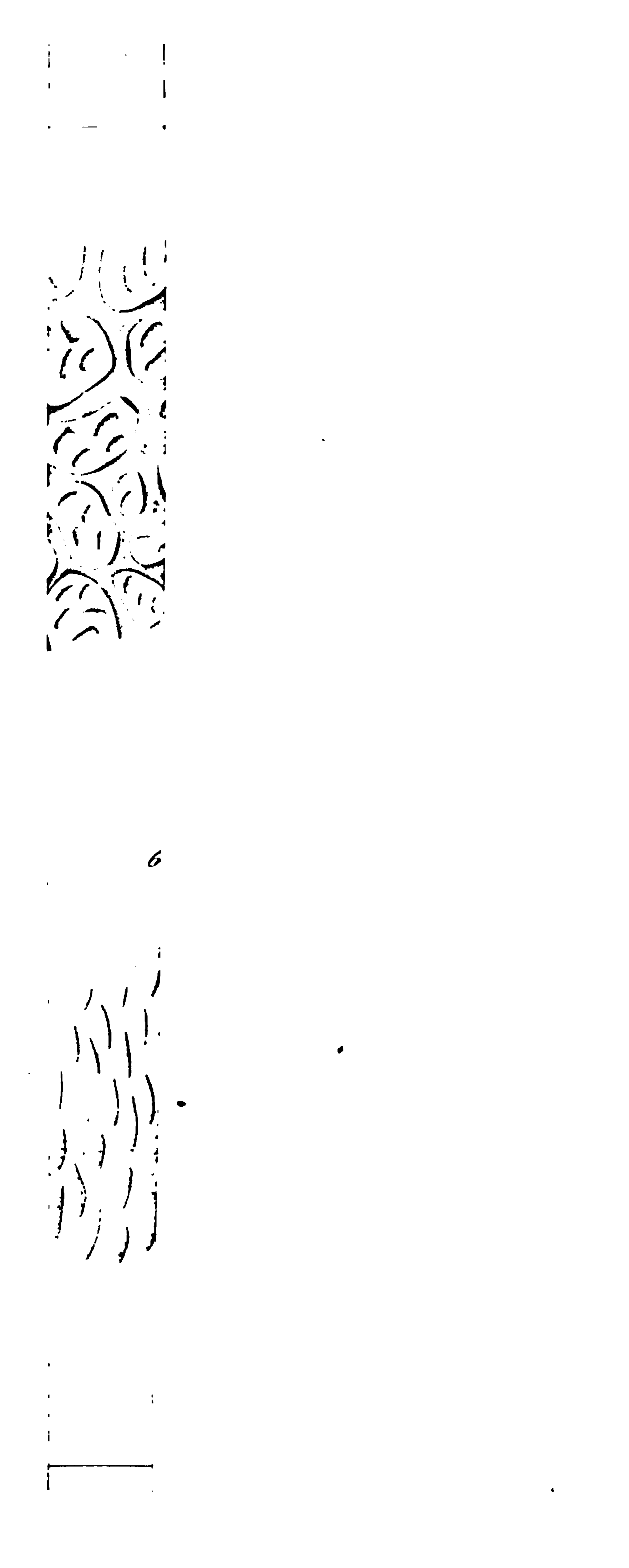

d
d
e

J

A

B

K




10

